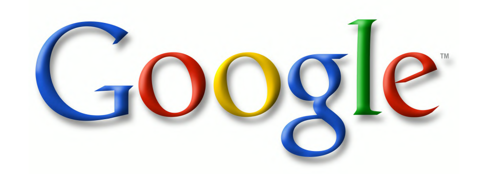
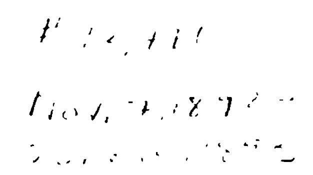






Morphologische Arbeiten.

Herausgegeben

von

Dr. Gustav Schwalbe,
o. ö. Professor der Anatomie und Director des anatomischen Instituts
an der Universität zu Strassburg i/Els.

ZWEITER BAND.

Mit 22 Tafeln.

Jena,
Verlag von Gustav Fischer.
1893.

Inhaltsübersicht.

Erstes Heft.

Zweites Heft.

Drittes Heft.

Beitrag zur Entwicklungsgeschichte der Arterien beim menschlichen Embryo

von

Albrecht Aschoff.

In der entwicklungsgeschichtlichen Litteratur sind zahlreiche Beobachtungen über die Entwicklung des Blutes und seiner primitiven Bahnen niedergelegt worden. Es fehlt jedoch eine systematische Untersuchung über die zeitgemässe Folge des Auftretens der einzelnen Wandelemente, welche die fertige Gefässwand zusammensetzen. Zwar finden sich hier und da in den Werken über Gewebelehre und mikroskopische Anatomie vereinzelte Bemerkungen über die Wandungen embryonaler Gefässe. Man suchte aus der einfacheren Structur des embryonalen Gefässes sich eine klarere Vorstellung über den im einzelnen verwickelteren Bau der ausgebildeten Gefässwand zu bilden. Ueber den Entwicklungsgang in der Ausbildung von den frühesten beim Embryo bekannten Zuständen bis zu den complicirteren Einrichtungen, welche sich beim Neugeborenen finden, fehlte jedoch bislang eine einheitliche, planmässig fortschreitende Untersuchung. Die vorliegende Arbeit will an der Hand des reichen Materials, wie es das anatomische Institut der Universität zu Strassburg bot, versuchen, diese Lücke zum Theil zu ergänzen. Die angestellten Untersuchungen beschränken sich auf die Wandung der grossen Arterien und zwar der Brachialis, Femoralis, Aorta, Carotis.

Nur THOMA und MORPURGO haben bisher der Entwicklung der einzelnen Schichten der Gefässwand eingehendere Aufmerksamkeit gewidmet. In seinen Untersuchungen „Ueber die Abhängigkeit der Bindegewebsneubildung in der Aortenintima von den mechanischen Bedingungen des Blutumlaufs“ giebt Thoma in der ersten Mittheilung (VIRCHOW's Archiv B. 93 Heft III 1883) einen Ueberblick über die Zustände der Arterienwandung beim Fötus und in den ersten Lebens-

jahren. Nur diejenigen Stellen seiner Untersuchungen sollen hier angeführt werden, welche mit dem Material dieser Arbeit zu vergleichen sind. Bei seinen Untersuchungen des ganzen Arteriensystems zeigt er, dass dieselbe Arterie an verschiedenen Stellen ganz verschiedenen Bau hat; vor allem lässt sich dies bei der Aorta verfolgen. THOMA hat sein Hauptaugenmerk auf die Aorta in ihrem ganzen Verlauf, Carotiden, Anonyma, Subclavia, Iliacae communes gerichtet. Der jüngste bei seinen Untersuchungen verwandte Fötus mass 23 cm. Bereits in diesem frühen Zustand konnte THOMA Intima, Media und Adventitia unterscheiden. Die Intima besteht nach seiner Darstellung aus der dünnen Endothelschicht und einer glänzenden leicht gefalteten Membran, die nur an wenigen Stellen Unterbrechungen zeige. In der Tunica media unterscheidet er eine grosse Zahl dicht gedrängter elastischer, ringförmig angeordneter Häute, zwischen denen zahlreiche Kerne nachweisbar seien, welche zwischen je zwei elastischen Membranen nur eine Schicht bilden. Auch beobachtet er bisweilen vereinzelte longitudinale und schräg gerichtete Kerne, in deren Vertheilung er jedoch keine Gesetzmässigkeit erkennen konnte. Mit dem Urtheil über die Form der Zellen hält er zurück. Die Adventitia beschreibt er als eine dicht gewebte bindegewebige Schicht, deren innerer Theil an elastischen Elementen reich sei und ohne scharfe Grenzen in die äusseren Lagen der Media überginge. In den äusseren Schichten der Adventitia seien die Vasa vasorum dichter gedrängt. Bei einem dreissigwöchentlichen Embryo fand er die Intima der Bauch-Aorta fast ausschliesslich aus dem Endothel und der ziemlich starken Elastica interna zusammengesetzt. Ausserdem beschreibt er eine feine Gewebsschicht, bestehend aus elastischen Elementen und Zellen vom Ansehen glatter Muskelfasern, die sich an einzelnen Stellen zwischen diesen beiden Lamellen einschieben. Die Elastica interna der Carotis fand er bisweilen in mehrere Blätter gespalten. Die Carotis externa und interna besteht nach seiner Schilderung einfach aus Endothel, Elastica, Ringmuskelschicht und Adventitia, während in der Media der Carotis communis sparsame elastische Membranen und Fasern zu finden seien. Auch hier spricht er bei der gespaltenen Elastica interna von glatten Muskelfasern.

MORPURGO, der die Resultate seiner Untersuchungen „Ueber die Entwicklung der Arterienwandung" an der Carotis und Aorta des Menschen, des Schweines und des Rindes in vielleicht nicht ganz einwurfsfreier Weise zu einem gemeinsamen Bilde ergänzend zusammensetzt, kommt zu folgenden Ergebnissen. Er findet die Intima schon frühzeitig als zusammenhängende längsgestreifte Membran fertig ausgebildet. Zum Beweise seiner Ansicht hebt er ihre Widerstandsfähigkeit gegen Aetzkali hervor. Ihr Wachsthum soll nach ihm hauptsächlich in der Verdickung und Vermehrung der sie zusammensetzenden

Fasern beruhen. Jene stellenweise vorkommenden Verdünnungen, die bei der embryonalen Arterie kaum angedeutet sind, sind beim Neugeborenen zu tiefgreifenden Spalten geworden. Die Media soll sich von innen nach aussen entwickeln. Sie sei zuerst bindegewebig angelegt. Er schildert das erste Auftreten der Muskelzellen und beschreibt dann ein die Media durchsetzendes Fachwerk von elastischen Elementen, welche in späteren Stadien als Lamellen Zellenschichten scheiden. An den Zupfpräparaten aus früheren Stadien sah er die Fläche der Lamellen durch Leisten und Rippen überall uneben. Die Faserzeichnung sei eine nur undeutliche, und von unabhängigen Fasernetzen, die auf ihr gelagert wären, sei noch nichts zu bemerken. Zwischen diesen Lamellen entwickelten sich später viele elastische Fasernetze. Die Schichten von Muskelfasern sollen durch die Entwicklung von Fasernetzen mehr auseinander treten; sie halten mit dem Wachsthum der grösseren Arterien nicht gleichen Schritt, so dass in der embryonalen Aorta die muskulösen Elemente relativ reichlicher vorhanden sind als in der Aorta Erwachsener.

Die Untersuchungen, welche der vorliegenden Arbeit zu Grunde liegen, wurden an einer Reihe menschlicher Embryonen angestellt, deren jüngstes Stadium — Nr. 1 — eine Länge von 4,3 cm hatte; die übrigen massen[1]) in aufsteigender Folge: Nr. 2 : 5,6 cm; Nr. 3 : 6,4 cm; Nr. 4 : 7,1 cm; Nr. 5 : 16,7 cm; Nr. 6 : 18,5 cm; Nr. 7 : 28,0 cm; Nr. 8 : 28,6 cm; Nr. 9 : 34,5 cm; Nr. 10 : 41,0 cm; Nr. 11 : 46,0 cm; Nr. 12 : 48,0 cm; bis zum Neugeborenen Nr. 13. Daran schlossen sich einige Untersuchungen über den Bau der Arterien in den ersten Lebensjahren. Es war nicht möglich, das Alter der Embryonen ganz genau festzustellen. Es fanden sich einige Angaben über Gewicht etc. der Embryonen in frischem Zustande vor, so dass hieraus und aus der Länge das Alter annähernd zu bestimmen gesucht wurde. Um das gegenseitige Verhältniss der einzelnen Theile der Wandungen genauer beurtheilen zu können, wurden Messungen angestellt. Von einer Messung des Lumens wurde Abstand genommen, da sich derselben zu viel Schwierigkeiten in den Weg stellten. Von Injiciren der Gefässe oder von Aufschlitzen derselben und darauf folgender Messung des inneren Umfangs kann ja hier, bei der Kleinheit der in Betracht kommenden Gefässe, nicht die Rede sein. Aehnlich verhält es sich mit dem Messen der Wandung. Selbst bei grosser Vorsicht ist es nicht zu vermeiden, dass der Schnitt nicht ganz senk-

[1]) Die Messungen der in MÜLLER'scher Flüssigkeit conservirten und dann in 95%igem Alkohol aufbewahrten Embryonen wurden in der Weise vorgenommen, dass ein dem Körper dicht anliegender Faden in der Medianlinie des Rückens vom Scheitel bis zum Steiss, von hier an der Hinterseite des Oberschenkels bis zur Mitte der Kniekehle und dann am Unterschenkel entlang bis zur Ferse geführt wurde. Die gefundene Fadenlänge wurde mit dem Centimetermaass gemessen.

1*

recht auf die Achse des Gefässes kommt. So ist denn die Dicke der Intima im mikroskopischen Bilde z. B. vielen Zufälligkeiten ausgesetzt. Ebenso ist die Messung der Adventitia mit vielen Schwierigkeiten verbunden, da dieselbe, zumal in jüngeren Stadien, kaum gegen das umgebende Gewebe abgegrenzt und somit eine sichere Grenze für die Messung nicht immer leicht zu finden ist. Am besten lassen sich dieselben noch an der Media ausführen. Um möglichst ein Zerreissen, eine Lostrennung, eine Quetschung etc. zu vermeiden, wurden die Gefässe nicht herauspräparirt, sondern bei den jüngsten Stadien der ganze Embryo, bei den älteren die betreffenden Regionen in ihrer Gesammtheit, z. B. der ganze Oberarm, der ganze Oberschenkel, und bei den grössten Embryonen Theile des Oberarms etc. in Schnittserien zerlegt. Diese Methode bot zugleich den Vortheil, dass die einzelnen Gefässe nach der Topographie genau bestimmt werden konnten. Die anfänglich gehegte Besorgniss, etwa Vene und Arterie bei jüngeren Embryonen verwechseln zu können, stellte sich als unbegründet heraus. Abgesehen von dem Unterschied in der topographischen Lage ist schon in dem jüngsten Stadium der hier zur Untersuchung gekommenen Embryonen der Unterschied beider Gefässarten so gross, dass man fast auf den ersten Blick beide unterscheiden kann.

Schon oben wurde die Auswahl der untersuchten Gefässe angegeben.

Die Brachialis wurde in dem proximalen Drittel ihres Verlaufes,

die Femoralis direct unter dem POUPART'schen Band,

die Aorta in ihrem Abdominaltheile,

die Carotis communis schliesslich in ihrer Mitte

untersucht.

Brachialis und Femoralis wurden stets von den linken Extremitäten genommen, doch zum Vergleich und zur Aushülfe auch die von der rechten Seite herangezogen. Die Schnitte hatten eine Dicke von $^1/_{66}$ mm. Gemessen wurde bei den Theilen der Wandung die engste und breiteste Stelle und zwar in verschiedenen Schnitten. Hieraus wurde dann das Mittel genommen.

Das Material war folgendermaassen behandelt. Die Embryonen waren in MÜLLER'scher Flüssigkeit conservirt und später in 95 %igem Alkohol aufbewahrt worden. Jetzt wurden die einzelnen Stücke mit Alaunkarmin gefärbt, in Alkohol nachgehärtet und in Paraffin eingebettet. Die Schnitte wurden in Kanadabalsam eingeschlossen. Gleichzeitig wurden auch Schnitte zur Untersuchung der elastischen Fasern nach der neuen Methode von MANCHOT gefärbt: Die Schnitte werden zunächst für eine halbe Stunde in eine concentrirte wässerige Fuchsin-

[1]) VIRCHOW's Archiv Bd. 121. 1890.

lösung gebracht. Dann wird der überschüssige Farbstoff mit Wasser abgespült. Inzwischen wurde in einer Schale zu 10 ccm einer wässerigen Zuckerlösung von der Consistenz und dem Flüssigkeitsgrade des Glycerins 3—4 Tropfen Schwefelsäure zugesetzt und gut verrührt. In diese wurden nun die Schnitte übertragen. Die Schnitte nahmen in derselben zunächst einen mehr gelbrothen, feuerrothen Ton an. Man kann deutlich verfolgen, wie die Intima und die Adventitia, zumal wenn sie stark verdickt sind, sich immer mehr entfärben, blässer werden, während die Media deutlicher hervortritt. Der gelbrothe Ton derselben wird immer dunkler und schlägt schliesslich in einen deutlich rothvioletten bis violetten Farbenton um. Untersucht man jetzt die Schnitte mikroskopisch, so sind Intima und Adventitia farblos, die Media hat in ihren Muskelfasern noch einen matten, violetten Ton zurückbehalten; die elastischen Fasern sind intensiv dunkelroth oder rothviolett.

Nachdem ich mich überzeugt hatte, dass diese Methode wirklich vorzügliche Bilder der elastischen Elemente giebt, indem ich zuerst Schnitte der Femoralis und Aorta von Kindern und Erwachsenen anfertigte und auf diese Weise färbte, wandte ich sie auch auf embryonales Gewebe an. Leider wurden hier nicht immer so glänzende Resultate wie beim Erwachsenen erzielt, doch treten die elastischen Fasern bedeutend deutlicher hervor als bei der einfachen Färbung mit Alaunkarmin. An der embryonalen Aorta, wo die elastischen Elemente schon stärker ausgebildet sind, als in den kleinen Gefässen, wurde auch die intensiv dunkelrothe Färbung der elastischen Fasern und Membranen erzielt, während zugleich das übrige Gewebe erblasste. Bei der Femoralis und Brachialis traten sie dagegen in dem abgeblassten Gewebe immer nur als violette Linien auf. Doch genügte es, an vielen Stellen den Beweis der Existenz von elastischen Elementen zu liefern, wo man sie vorher kaum annehmen konnte.

Ueber die ersten Anlagen der Gefässe, die Entwicklung der Wandungen in der ersten Lebenszeit geben die Werke von KÖLLIKER und HERTWIG [1]) u. a. Aufschluss. Nach ihrer Ansicht ordnen sich die Zellhaufen des Mesenchymkeimes zu cylindrischen oder unregelmässig begrenzten Strängen an, die sich unter einander zu einem engmaschigen Netzwerk verbinden. In den Lücken des Netzes finden sich Gruppen von Keimzellen, welche später zu embryonalem Bindegewebe werden und die Substanzinseln der Autoren darstellen. Die Gefässwand entwickelt sich aus den oberflächlichsten Zellen der Stränge und ist in

---

[1]) O. HERTWIG: Lehrbuch der Entwicklung des Menschen und der Wirbelthiere. II. Auflage 1888.

A. v. KÖLLIKER: Entwicklungsgeschichte des Menschen und der höheren Thiere. II. Auflage.

den ersten Tagen der Bebrütung aus einer einzigen Schicht ganz abgeplatteter polygonaler Elemente zusammengesetzt (Endothelröhren).

Es ist die Aufgabe der vorliegenden Untersuchung, die weitere Entwicklung dieser Hohlräume zu verfolgen und den Aufbau aus dem einfachen Endothelrohr bis zur zusammengesetzten Wandung beim Neugeborenen in seinen einzelnen Stadien festzustellen.

Das Hauptaugenmerk bei diesen Untersuchungen wurde auf folgende Punkte gerichtet:

1. Wann und wo entstehen die einzelnen Gewebselemente der Gefässwandung?

2. Wann lassen sich die einzelnen Schichten scharf trennen?

3. Wie gestaltet sich der Aufbau und das Wachsthum der letzteren?

Brachialis.

Bei dem jüngsten der untersuchten Embryonen, Nr. 1, der 4,3 cm lang war, zeigte sich bei der Brachialis folgender Befund: An der Stelle, wo nach genauer topographischer Bestimmung die Brachialis zu erwarten ist, findet sich in dem sehr kernreichen embryonalen Gewebe der rundliche Querschnitt einer Blutsäule, die an den rothen, meist noch kernhaltigen, und den farblosen Blutkörperchen erkannt wird. Die innerste Lage der Kerne des embryonalen Gewebes unterscheidet sich in nichts von denen der weiteren Umgebung. Doch müssen sie nach ihrer Lage wohl als Endothelkerne bezeichnet werden. Wir haben es also hier noch mit einem Gefässe einfachster Art, einem „Endothelrohre" zu thun.

In dem folgenden Stadium, Nr. 2., das einem Embryo von der Gesammtlänge von 5,6 cm (Scheitel bis Steiss 4,5 cm) [Tafel I. 1] entnommen wurde, ist das Lumen, welches nicht mit Blut angefüllt ist, umgeben von einer Reihe regelmässig angeordneter Kerne, die wohl als quergeschnittene Endothelkerne zu betrachten sind. Der helle Streifen, welcher diese Schicht von der Umgebung trennt, scheint nicht aus elastischem Gewebe zu bestehen; dagegen spricht der geringe Glanz und das Nichthervortreten bei der Färbung mit Fuchsin. Ueber die Natur dieser glashellen Membran lässt sich nichts Bestimmtes aussagen. Hierauf folgen etwa zwei Reihen von Kernen in einer homogenen durchsichtigen Grundsubstanz; sie gleichen denen der spindelförmigen Zellen der Umgebung. Ihre Form ist unregelmässig, bald rund, bald oval, oft zackig. Sie sind nicht in regelmässigen Reihen angeordnet und unterscheiden sich von dem umgebenden Gewebe nur durch ihre gedrängte Anordnung. Eine bestimmte Form von Zellen ist nicht zu erkennen. Von elastischen

Fasern ist keine Spur vorhanden. Umgeben wird diese Doppelreihe von Kernen von spindelförmigen Zellen, die, regellos liegend, ohne Grenze in das übrige Gewebe übergehen. Es lassen sich also hier zwei Schichten deutlich unterscheiden, eine Innenschicht, die oben als Endothel gedeutet wurde und wohl als Anlage der späteren Intima angesehen werden kann, und eine Aussenschicht, in der die Anlage der Media vermuthet werden kann. Für die Anlage der Adventitia sind in diesem Stadium noch keine bestimmten Anhaltspunkte gegeben.

Die Brachialis eines Embryo (Nr. 3) von der Gesammtlänge von 6,4 cm (Scheitel bis Steiss 4,5 cm) zeigt ein ähnliches Bild wie beim vorigen Stadium, nur scheint die Trennung in einzelne Schichten noch weniger ausgeprägt. Das Lumen ist fast ganz ausgefüllt von rothen und weissen Blutkörperchen. Um das kreisrunde Lumen stehen die rundlichen Kerne etwas dichter geschlossen. In der innersten Schicht, der Endothelschicht, liegen die Kerne regelmässiger aufgereiht. Die glashelle Membran, welche bei dem vorigen Stadium gefunden wurde, fehlt hier. Auch hier giebt es keine scharfe Grenze gegen das umgebende Gewebe, und wie bei dem zweiten Stadium ist es noch nicht möglich, die einzelnen Schichten scharf zu trennen. Die dichtere Anordnung der Kerne weist allein auf eine Differenzirung der mittleren Schicht hin. Auf dem Längsschnitt stellt sich heraus, dass die rundlichen Kerne, welche auf dem Querschnitt in der Endothelschicht beobachtet wurden, Querschnitte waren von longitudinal gestellten, langgestreckten Kernen, welche in ununterbrochener Folge aneinandergereiht sind. Nach aussen liegen dicht gedrängt etwa zwei Reihen rundlicher Kerne, dieselben sind gegen das aussenliegende Gewebe nicht scharf abgegrenzt.

Bei dem folgenden Stadium der Brachialis (Nr. 4) eines Embryo von der Gesammtlänge von 7,1 cm (Scheitel bis Steiss 5,2 cm) [Tafel I. 2—3] unterscheidet sich das Bild des Querschnittes von dem zweiten und dritten nur dadurch, dass neben dem deutlichen Endothel auch die darauf folgende Schicht regelmässiger angeordnet ist. In dem umgebenden embryonalen Bindegewebe ist eine Anzahl von Kernen concentrisch gestellt. Man kann hier vielleicht die beginnende Differenzirung der Adventitia annehmen. Die Kerne der mittleren Schicht zeigen auf dem Querschnitt noch keine Verschiedenheit von denen der Umgebung. Auf dem Längsschnitt erkennt man die langgestreckten Kerne des Endothels und daneben etwa zwei Reihen Kerne, die fester aneinandergereiht sind, als diejenigen der Umgebung. In der hellen homogenen Grundsubstanz werden feine Streifungen sichtbar, die wohl als bindegewebige Fasern aufzufassen sind.

Bei einem Embryo (Nr. 5) von der Gesammtlänge von 16,7 cm (Scheitel bis Steiss 10,5 cm) [Tafel I. 4—5] ist das Bild schon wesentlich

verändert. Alle drei Schichten sind mit grosser Deutlichkeit zu unterscheiden, und in ihnen lassen sich bereits die einzelnen Elemente: fibrilläres Bindegewebe, Muskelfasern, elastisches Gewebe nachweisen. Die Endothelschicht zeigt keine Abweichung von den früheren Stadien. Ausserhalb des Endothels erscheint jetzt eine vielfach gefaltete, hell glänzende, scharf abgegrenzte Linie, welche das ganze Lumen umzieht. Die mittlere Schicht ist weiter abgerückt von dem Endothel als in dem früheren Stadium, und ihre Zwischensubstanz ist vermehrt. Die Kerne sind in zwei Reihen fast ganz regelmässig circulär angeordnet. Die Grundsubstanz, in der sie liegen, ist zwar homogen, aber nicht mehr so hell wie in dem zweiten bis vierten Stadium. Ob diese Kerne zu Muskelzellen gehören, ist nicht mit Sicherheit zu entscheiden, doch weist ihre Form und Anordnung darauf hin. An der Grenze der Media gegen die Adventitia ist eine leicht gekräuselte, im ganzen Umfang des Gefässes geschlossene, glänzende elastische Schicht zu bemerken, welche eine scharfe Grenze gegen die Adventitia hin bildet. Sie ist nicht so stark wie die Elastica interna, aber doch deutlich zu erkennen. Möge diese immer wiederkehrende Membran als Elastica externa bezeichnet werden. Zugleich sieht man auch an verschiedenen Stellen zwischen beiden Kernreihen leicht gewellte, glänzende elastische Linien auftreten, doch lassen diese sich bei der Färbung mit Alaunkarmin nicht im ganzen Umfange als zusammenhängend verfolgen. Anders erscheinen sie bei der Färbung mit Fuchsin. Scharf hebt sich in dunkelvioletter Farbe die Elastica interna ab; weniger scharf, weil schwächer, aber doch deutlich die Elastica externa und die zwischen den Muskelelementen erschienenen elastischen Elemente. Diese erscheinen zerstreut an verschiedenen Stellen fast im ganzen Umfange und sind ab und zu durch kleine quere Brücken mit der Elastica externa verbunden. Die Kerne der Media zeigen bei starker Abblendung und wechselnder Einstellung einen Saum von mattrother Farbe, der wohl als Zellleib aufzufassen ist.

Die Adventitia lässt zwei Schichten unterscheiden. In der inneren stehen die Kerne unregelmässig, zeigen verschiedene Formen: rund, oval, bisweilen auch länglich. Die Kerne der äusseren Schicht sind grösstentheils von länglicher Gestalt, sie liegen in einer fein circulär gestreiften Grundsubstanz. Es scheint die innere eine Längsfaserschicht zu sein, die auf dem Querschnitt getroffen ist, während die Elemente der äusseren Schicht in circulärer Richtung verlaufen. Auch bei der Färbung mit Fuchsin tritt der Gegensatz der äusseren gleichmässig circulär gestreiften Schicht zu dem unregelmässigen Netzwerk der inneren hervor. Die Kerne stehen in der Adventitia dichter als in früheren Stadien.

Auf dem Längsschnitt tritt die Sonderung der einzelnen Schichten noch schärfer hervor. Die langgestreckten Kerne des Endothels heben

sich deutlich von dem glänzenden Streifen der Elastica interna ab. In einer hellen Grundsubstanz liegen dann zwei Reihen von Kernen in regelmässiger Anordnung, die, von kleiner Gestalt, bald eine runde bald eine eckige Form zeigen. Sie sind als die Querschnitte der Media-Kerne anzusehen. Hier lässt sich ebenfalls der helle Saum des Zellleibes um den Kern herum erkennen.

Die Kerne der Adventitia sind in der inneren Schicht längsgestellt, so dass mit Sicherheit dieser Theil der Adventitia als eine longitudinal-faserige Schicht anzusehen ist. Nach aussen wird das Gewebe lockerer und geht ohne Grenzen in das umliegende Bindegewebe über. Die Elastica externa und auch die übrigen elastischen Fasern lassen sich auf dem Längsschnitt nur theilweise verfolgen.

Die schärfere Trennung (Nr. 6) der Media von der Adventitia ist der wesentliche Fortschritt, der bei dem folgenden Stadium (Brachialis eines Embryo von der Gesammtlänge von 18,5 cm, Scheitel bis Steiss 10,0 cm) beobachtet wird. Die Media erscheint dunkler, einmal, weil ihre Kerne dichter gedrängt stehen, ferner weil die Zellkörper theilweise einen stärkeren Farbenton angenommen haben als diejenigen der Adventitia. Dies Zusammenrücken der Kerne ist wohl auf eine Streckung der Muskelfasern zurückzuführen. An Präparaten, bei denen sich zufällig die Adventitia von der Media losgelöst hatte, fiel auf, dass die Elastica externa stets im Zusammenhange mit der Media geblieben war. Dieser Umstand ist vielleicht ein Hinweis darauf, dass die Elastica externa als ein Bestandtheil der Media aufzufassen ist. Bei der Färbung mit Alaunkarmin lassen sich zwischen den einzelnen Schichten der Media keine elastischen Fasern entdecken. Erst bei der Färbung mit Fuchsin erkennt man auch hier einzelne zerstreute elastische Züge, während die Elastica interna und externa mit derselben Schärfe wie bei dem vorigen Stadium hervortreten. Bei der Adventitia treten uns die beiden Schichten in ungefähr gleicher Stärke entgegen. Bei der Färbung mit Alaunkarmin erscheint die äussere dunkler, was wohl auf die dichtere Anordnung ihrer Kerne zurückzuführen ist. Dieselben haben auf dem Querschnitt eine längliche Form. Die Grundsubstanz ist wellig gestreift, und zwar treten jetzt deutlich Bündel von Bindegewebsfibrillen zwischen den Bindegewebszellen hervor. Die innere Schicht zeigt die Querschnitte von Bindegewebsbündeln, welche durch ein Maschenwerk feiner Fasern verbunden sind. Demgemäss erscheint dieselbe auf dem Längsschnitt längsgestreift, mit längsgestellten Kernen. In der äusseren Schicht erkennt man die Querschnitte der circulären Bindegewebsbündel und zwischen denselben auch longitudinal verlaufende Fasern.

Bei diesem Stadium ist somit die scharfe Trennung in einzelne Schichten beendet. Das fortschreitende Wachsthum besteht in einem Grösserwerden der Theile und in einem Hinzutreten von neuen Ein-

richtungen, welche die Wandung zu einer complicirteren machen. Das Wachsthum der einzelnen Theile ist jedoch kein gleichmässiges.

Die Media, welche vorher nur zwei Reihen von Kernen enthielt, wird bei einem Embryo (Nr. 7) von 28,0 cm Gesammtlänge (Scheitel bis Steiss 16,0 cm) [Tafel I. 6] aus fünf Kernreihen zusammengesetzt. Die elastischen Fasern innerhalb der Media liegen zahlreicher nach aussen. In der ebenfalls grösser gewordenen Adventitia ist die äussere Schicht bedeutend stärker als die innere. In der ersteren treten an einzelnen Stellen nahe der äusseren Grenze kreisrunde oder längliche Spalträume auf, die von einigen Kernen, der Endothelschicht, umgeben und dicht mit Blut gefüllt sind. Dieselben stellen ohne Zweifel die Vasa vasorum in ihrem ersten Auftreten dar.

Bei der Brachialis eines Embryo (Nr. 8) von der Gesammtlänge von 28,6 cm (Scheitel bis Steiss 17,5 cm) [Tafel I. 7—8], welche an Stärke etwa derjenigen des vorigen Stadiums gleicht, ist die Media dunkler, weil die Zellkörper selbst einen leichten Farbenton erhalten haben. Die innersten Muskelkerne schmiegen sich vielfach den Falten und Biegungen der Intima an. Die elastischen Elemente treten schärfer als bisher hervor. Schon bei der Alaunkarminfärbung, mehr noch bei der Färbung mit Fuchsin kann man zwei, fast den ganzen Umfang einnehmende, wellige elastische Ringe beobachten, die unter sich und mit der Elastica externa anastomosiren. Ausserdem finden sich nach innen zu noch kleinere elastische Elemente, die sich an manchen Stellen auch in die Falten der Intima und in die folgenden Muskellagen hinein erstrecken. Die Elastica externa tritt sowohl auf dem Querschnitt, wie auf dem Längsschnitt als ein glänzender Streifen ohne Unterbrechung auf. Sie stellt also eine ununterbrochene elastische Schicht dar. In der inneren Schicht der Adventitia treten bei der Färbung mit Fuchsin zahlreiche leuchtend violette Punkte auf, die man als Querschnitte von longitudinal verlaufenden elastischen Fasern auffassen möchte. Diese Schicht ist jetzt auch auf dem Längsschnitt fester und dichter als in den früheren Stadien mit deutlich ausgeprägter Längsfaserung. Die äussere Schicht zeigt ebenfalls longitudinale Fasern, jedoch nicht so fest geschlossen wie in der inneren. Jedenfalls finden sich in der äusseren also circuläre und longitudinale Elemente. Auch Vasa vasorum treten in der äusseren Schicht vereinzelt auf.

Die Elastica interna (Nr. 9) wird bei der Brachialis eines Embryo von 34,5 cm Gesammtlänge (Scheitel bis Steiss 23,5 cm) bedeutend breiter. In der Media stehen die Kerne nach der Intima zu dichter gereiht; sie haben eine noch gestrecktere Form angenommen. In der inneren Adventitia-Schicht treten noch deutlicher die vorhin erwähnten leuchtend violetten Punkte hervor. Sie enthält weniger Kerne als die äussere Schicht. Der Längsschnitt zeigt nun bei der Färbung mit Fuchsin, dass es sich in der inneren Schicht der Adventitia wirklich

um elastische Längsfasern handelt [Tafel I. 9—10], die der Elastica externa dicht anliegen, ein Nachweis, der in den vorigen Stadien noch nicht mit Sicherheit erbracht werden konnte.

Bei der Brachialis eines Embryo (Nr. 10) von der Gesammtlänge von 41,0 cm. (Scheitel bis Steiss 20,0 cm) ist das einzig Bemerkenswerthe die Dickenzunahme der Elastica interna. In der Adventitia ist die innere Schicht bedeutend schwächer als die äussere und enthält wenig Kerne. Sie zeigt bei Alaunkarminfärbung einen hellen Glanz, bei Fuchsin einen röthlichen Ton, der nach aussen abklingt. Zugleich nimmt in der äusseren Schicht das fibrilläre Bindegewebe an Masse zu. Der Längsschnitt lässt in der inneren Schicht der Adventitia die kurzen elastischen Fasern scharf hervortreten.

Allmählich haben die Kerne der Media (Nr. 11) ihre Gestalt verändert. Bei einem Embryo von der Gesammtlänge von 46,0 cm (Scheitel bis Steiss 20,0 cm) überragen sie schon bedeutend an Länge diejenige des umgebenden Bindegewebes; ihre Grundsubstanz ist dunkler geworden. In diesem Stadium besteht die innere Schicht der Adventitia, welche sich fest geschlossen an die Elastica externa eng anschliesst, auf dem Querschnitt fast nur noch aus dicht nebeneinander stehenden glänzenden Punkten, welche sich durch intensive Färbung mit Fuchsin und hellen Glanz als elastische Elemente erweisen. Nach aussen werden diese glänzenden Punkte seltener; sie verlieren sich in fibrillärem Bindegewebe, das schliesslich in die äussere Schicht der Adventitia übergeht. Dem entsprechend erscheinen auf dem Längsschnitt die elastischen Elemente der Adventitia als lange, durch feine Fäden verbundene Streifen.

Die Veränderung der Media-Kerne (Nr. 12) tritt noch mehr an der Brachialis eines Embryo von 48,0 cm Gesammtlänge (Scheitel bis Steiss 27,0 cm) hervor. Hier sind sie lang und schmal und relativ geringer an Zahl als bisher. Im Gegensatz zu früher hat sich hier die elastische Substanz ganz bedeutend vermehrt. Schon bei der Färbung mit Alaunkarmin treten sie als breite, glänzende, in Falten gelegte Linien hervor, die zwischen den einzelnen Muskelkernreihen gelagert sind. Nach aussen zu liegen die stärkeren Ringe, an der Intima feine kurze Fäserchen. Die Länge der einzelnen Fasern ist sehr verschieden. Dieselben erscheinen jetzt auch auf dem Längsschnitt als violette Streifen, woraus geschlossen werden kann, dass es sich in diesem Falle nicht um isolirte Fasern, sondern um durchgehende elastische Lamellen handelt, oder dass neben circulären elastischen Elementen auch longitudinale in der Media vorkommen.

Die Brachialis (Nr. 13) des Neugeborenen [Tafel I. 11—12; Tafel II. 13—14] lässt keine weiteren Veränderungen erkennen. Die Media enthält zahlreiche elastische Streifen, von denen besonders zwei scharf hervortreten und fast ununterbrochen das ganze Lumen um-

ziehen. Die Kerne sind an der Grenze zur Intima und Adventitia hier am zahlreichsten, während sie zwischen den elastischen Streifen lockerer stehen. Die elastischen Elemente sind nach aussen hin geringer an Zahl, aber bedeutend stärker als die zarten nahe der Intima gelegenen. Die Elastica externa tritt hier nicht so scharf hervor, wie sonst; trotzdem sind Media und Adventitia scharf von einander geschieden.

Zum Schluss (Nr. 14) mögen noch die Untersuchungen der Brachialis eines 17 monatlichen, eines zwei-, drei- und vierjährigen Kindes in kurzer Zusammenfassung folgen. [Tafel II. 15—18, Brachialis eines dreijährigen Kindes.] Die Intima hat an Dicke gewonnen; die Elastica interna bildet eine durchlöcherte Membran, während sie beim Embryo ein festes Ganzes darstellte. Innerhalb der Elastica interna zeigt sich in den ersten Jahren an einzelnen Stellen ein heller Saum, der besonders bei der Färbung mit Fuchsin hervortritt. Man kann hier wohl an eine zarte bindegewebige Schicht denken. In der Media gewinnen die Muskelelemente die Oberhand gegenüber der elastischen Substanz. Die Kerne haben eine langgestreckte Gestalt und sind an der Elastica externa am dichtesten angehäuft. Die elastischen Streifen sind so vertheilt wie beim Embryo, d. h. die meisten liegen nach der Intima zu, jedoch sind die äussersten immer die stärksten. Zwischen der Elastica externa und der ersten starken elastischen Schicht der Media ist stets eine ziemlich breite Lage vorhanden, die nur von Muskelkernen ausgefüllt wird und nur selten einige wenige elastische Fäserchen enthält. In der Adventitia werden die elastischen Elemente immer stärker, so dass sie bei weitem die der Media übertreffen. Jedoch ist dies nur an der Grenze zur Media der Fall, nach aussen behält die Adventitia den Charakter des lockeren Bindegewebes.

Vorliegende Untersuchungen ergeben also kurz zusammengefasst folgenden Entwicklungsgang der Brachialis:

Bis zum dritten Monat ist die Wand der Brachialis ein einfaches Endothelrohr. Am Ende des dritten Monats tritt eine dicht concentrische Schichtung des umgebenden Gewebes um das Endothelrohr auf, so dass mit einem gewissen Recht bereits eine Innenschicht und eine Aussenschicht unterschieden werden kann. Während aus der Innenschicht nur die Intima entsteht, gehen aus der Aussenschicht Media und Adventitia hervor, so dass im vierten Monat drei Schichten deutlich zu trennen sind. In ihnen entwickeln sich zu gleicher Zeit auch die verschiedenen Elemente, welche die Gefässwandung zusammensetzen: Muskelfasern, elastisches Gewebe und fibrilläres Bindegewebe. Die einzelnen Elemente, wie die gesammten Schichten entwickeln sich mit steigendem Alter gleichmässig weiter.

Die Intima wächst, indem die Stärke der Elastica interna zu-

nimmt. Erst beim Neugeborenen zeigen sich Oeffnungen in der Elastica interna.

Die Media zeigt sofort im vierten Monat zellige Elemente, die ich als embryonale Muskelzellen ansehen möchte. Zugleich tritt die Elastica externa als Grenze gegen die Adventitia und im Innern einzelne zerstreute elastische Elemente auf. MORPURGO sagt in seiner Schrift, dass die Media erst bindegewebig angelegt sei; diese Annahme findet in der vorliegenden Untersuchung keine Stütze. Dagegen scheint es — wie auch MORPURGO schon annahm — nach der Anhäufung der Kerne an der Intima und der äusseren Lage der starken elastischen Fasern, während dieselben nach der Intima zu immer feiner werden, dass die Media sich von innen nach aussen entwickelt; doch lässt sich darüber nichts Bestimmtes aussagen, da bei der Art der Conservirung des benutzten Materials eine Untersuchung auf Kerntheilung nicht zu machen war. Von der Geburt an scheint jedoch möglicherweise die äusserste Kernschicht in Wucherung überzugehen, denn man findet später eine Anhäufung von Kernen an der Elastica externa, die bis zur ersten elastischen Schicht der Media reicht, was bis dahin nicht der Fall war. Bis zur Geburt hält die Entwicklung der elastischen Fasern mit der der Muskelfasern ungefähr gleichen Schritt; dann treten die elastischen Fasern an Stärke zurück.

In der Adventitia lassen sich vom vierten Monat an zwei Schichten unterscheiden, von denen die innere longitudinal, die äussere anfangs überwiegend circulär faserig erscheint, später aber keine bestimmte Richtung innehält. Beide Schichten bestehen zunächst aus embryonalem feinfaserigen Bindegewebe. Anfangs hält ihre Entwicklung gleichen Schritt. Zuerst sind beide gleich stark, bald übertrifft jedoch die äussere die innere an Stärke. Im sechsten Monat treten in der inneren Schicht die ersten elastischen Elemente auf, und zwar dicht an der Elastica externa. Von hier schreitet die Vermehrung der elastischen Fasern nach aussen fort, so dass wir im ersten Lebensjahre schon eine mächtige elastische Schicht an dieser Stelle vorfinden. Das elastische Element tritt also, abgesehen von der Elastica interna, zuerst in der Media auf. In der Adventitia erscheint es erst später als longitudinale Fasern, eilt dann aber hier in seinem Wachsthum voran und erreicht in den ersten Lebensjahren eine grössere Mächtigkeit als die elastischen Elemente der Media.

Im sechsten Monat werden zum ersten Mal Vasa vasorum in der äussersten Schicht der Adventitia beobachtet, während sie in der inneren Schicht nicht gesehen wurden.

Die Muskelkerne werden allmählich grösser und nehmen statt der kurz ovalen Form eine langgestreckte Spindelform an.

Femoralis.

In der gleichen Reihenfolge wie die Brachialis wurden auch die verschiedenen Stadien der Femoralis untersucht. Es ergab sich eine so weitgehende Aehnlichkeit des Entwicklungsganges, dass, um vielfache Wiederholungen zu vermeiden, die Hervorhebung der abweichenden Punkte genügen mag.

Bei der Differenzirung aus dem einfachen Endothelrohr, wie sie noch das jüngste Stadium (Gesammtlänge 4,3 cm) darbietet, tritt darin ein Unterschied beider Arterien auf, dass von den beiden Schichten die äussere hier bedeutend stärker ist als bei der Brachialis. Diese Schicht besteht aus 5—6 Reihen Kerne, deren Abgrenzung von der Umgebung am deutlichsten auf dem Längsschnitt hervortritt. Auf letzterem zeigen die Kerne grösstentheils eine runde Form, während sie auf dem Querschnitt unregelmässig gestaltet sind. Sie stehen innen etwas dichter als aussen, ohne sich sonst wesentlich zu unterscheiden. Die Breite dieser Schicht, verglichen mit der der Media in Stadien, wo letztere als solche schon scharf differenzirt ist, scheint darauf hinzuweisen, dass aus ihr sowohl die Media als auch die Adventitia hervorgeht.

Für die frühere Differenzirung der Femoralis gegenüber der Brachialis sprechen auch die Verhältnisse bei der Femoralis eines Embryo (Nr. 4) von der Gesammtlänge von 7,1 cm.

Bei der Brachialis wurde die Adventitia nur durch die Stellung der die Media umgebenden Kerne angedeutet; hier lassen sich alle drei Schichten der Wandung deutlich unterscheiden. Die Arterie ist von dem umgebenden Gewebe scharf gesondert, nur mit der sie begleitenden Vene steht sie in engerem Zusammenhange: beide Gefässwandungen gehen in einander über. Die Intima besteht aus den Endothelkernen und der schon bei der Brachialis beobachteten glashellen Membran, die Media aus etwa zwei Reihen dicht gedrängter Kerne, die Adventitia schliesslich ist lockerer mit weit auseinanderstehenden, unregelmässig geformten Kernen.

Die ganz scharfe Trennung der einzelnen Schichten erfolgt auch hier erst im vierten Monat. Femoralis und Brachialis eines Embryo von der Gesammtlänge von 16,7 cm bieten ein fast gleiches Bild.

Die weitere Entwicklung ist bei beiden Arterien dieselbe. Die Intima nimmt auch bei der Femoralis, wenn nicht ganz gleichmässig, so doch allmählich an Dicke zu. Schon bei der Brachialis fielen bei der Färbung mit Fuchsin auf der flächenhaft ausgebreiteten, röthlichen Elastica interna einige intensiv roth gefärbte longitudinale Streifen auf. Dieselben könnten im ersten Augenblicke leicht als elastische Auflagerungen betrachtet werden. Schrägschnitte jedoch, z. B. von der Femoralis eines Embryo von der Gesammtlänge von 48,0 cm, be-

weisen, dass diese parallel verlaufenden rothen Streifen genau den Falten der Elastica interna entsprechen und somit als Längsschnitte derselben aufzufassen sind.

Die Media zeigt in ihrem Grössenverhältniss zu der der Brachialis grosse Verschiedenheiten; bald ist sie breiter, bald schwächer. Auffallend tritt die Arterie der unteren Extremität zurück in der Entwicklung der elastischen Elemente. Besonders deutlich konnte dies bei dem Embryo (Nr. 6) von der Gesammtlänge von 18,5 cm, noch mehr bei demjenigen (Nr. 7) von 28,0 cm Länge beobachtet werden.

Bei letzterem ist bei der Alaunkarminfärbung weder eine Elastica interna noch externa zu erkennen, geschweige denn elastische Elemente innerhalb der Media. Wenn dieselben auch bei der Färbung mit Fuchsin hervortreten, so werden sie doch von denen der Brachialis an Stärke und Zahl übertroffen. Ein gleiches Verhältniss zeigt sich auch fernerhin bis zum Neugeborenen. Die Anordnung der elastischen Elemente ist die gleiche wie bei der Brachialis, d. h. nach aussen hin liegen die stärkeren Schichten in grösseren Zwischenräumen, nach der Intima zu werden die Streifen zahlreicher, aber auch dünner. Das Verhalten der Media-Kerne ist bei beiden Arterien das gleiche. Nach aussen haben sie stets eine mehr längliche Form, während sie an der Intima dichter gedrängt in unregelmässigen Formen sich den Falten der Elastica interna anschmiegen. Aus der unregelmässigen Gestalt wird allmählich eine langgestreckte Spindelform.

In der Adventitia wird bei beiden gleichzeitig das Auftreten zweier Schichten im vierten Monat, die Entstehung der Vasa vasorum im sechsten Monat und das Auftreten der elastischen Elemente in der inneren Adventitia-Schicht im 6—7. Monat beobachtet.

Die Lage der Verhältnisse ändert sich theilweise im Beginn des extrauterinen Lebens. Während die embryonale Brachialis die Femoralis häufig an Stärke ihrer Gesammtwandung oder deren einzelnen Theile, ferner durch das Ueberwiegen der elastischen Elemente übertrifft, tritt schon in den ersten Lebensjahren das umgekehrte Verhältniss ein. Die Femoralis zeigt hier ein bedeutend stärkeres Wachsthum. Es ist dies auffallende Verhältniss beider Arterien während des intrauterinen Lebens wohl auf das Zurückbleiben der unteren Extremitäten im allgemeinen während dieser Periode zurückzuführen.

So nimmt denn die Intima in den ersten Jahren steigend an Dicke zu; bei einem Kinde von 17 Monaten lässt sich an der Innenseite der Elastica interna eine helle kernhaltige Schicht erkennen, die theilweise von Fasern in circulärer und longitudinaler Richtung durchsetzt wird. Sie nimmt bei der Färbung mit Fuchsin nicht die rothe Farbe der Elastica interna an, man kann sie somit wohl als eine neue rein bindegewebige Schicht auffassen. In der Media nehmen die Muskelkerne an Zahl zu; sie strecken sich, werden länger und dünner. Ihnen gegenüber

tritt auch wie bei der Brachialis das elastische Element immer mehr in den Hintergrund; zumal nahe der Adventitia liegen nur vereinzelte elastische Schichten. Selbst die Elastica externa hält mit der Elastica interna im Wachsthum nicht gleichen Schritt. Auf dem Längsschnitt erscheinen nur sehr wenige elastische Fasern, so dass es sich in allen diesen Stadien wohl meistens um circuläre Fasern in der Media, selten um grössere Lamellen handelt.

In der Adventitia gewinnt umgekehrt die elastische Substanz schnell an Stärke und zwar in einem solchen Maasse, dass die elastische Schicht der Adventitia bei der Femoralis diejenige der Brachialis jetzt absolut und relativ an Stärke übertrifft. Ausser den longitudinalen Fasern treten auch kurze circuläre auf. Beide Schichten der Adventitia sind etwa gleich stark und gehen ohne scharfe Grenze in einander über. Die äussere enthält bei der Femoralis ebenfalls einige elastische Elemente. Bei beiden Arterien ist die Adventitia stets breiter als die Media, und zwar in dem jüngsten Stadium etwa fünfmal so dick und mit steigendem Alter abnehmend bis zur zwei- und dreifachen Stärke.

Aorta.

Wenn MORPURGO sagt, dass der Entwicklungsgang in allen Arterien ein analoger sei und dass dabei die grossen den kleinen voranschreiten, so kann dieser Behauptung nach den vorliegenden Untersuchungen nicht beigestimmt werden. Arterien wie die Aorta und die Carotis entwickeln sich in vielen Punkten ganz anders, als die bisher beschriebenen Femoralis und Brachialis. Freilich schreiten die grossen den kleinen in der Entwicklung voran, d. h. nur insofern, als sie früher beginnen sich zu differenziren. Während bei dem jüngsten Stadium (Nr. 1) von der Länge von 4,3 cm die Brachialis und Femoralis noch als einfache Endothelröhren vorgefunden werden, hat sich die Wandung der Aorta schon einer Umwandlung unterzogen. Das mit meist noch kernhaltigen Blutkörperchen gefüllte Lumen ist von einer in unregelmässige Windungen gelegten Schicht von dunkler erscheinenden Kernen umgeben. Dieselben sind dicht an einander gereiht und besitzen meist eine runde Form. Ohne Zweifel haben wir es hier mit dem von der Wandung abgehobenen Endothel der Aorta zu thun. Getrennt durch einen kleinen Spaltraum folgt nun die kernreiche Schicht der übrigen Wandung. Hier liegen nach innen dicht gedrängt etwa zwei Reihen von Kernen, die meist rund oder eckig geformt sind. Die weiter auswärts stehenden nehmen eine längliche Form an und liegen in einem gestreiften Grunde. Gegen das lockere kernarme Gewebe der Umgebung ist diese Schicht deutlich abgegrenzt. Ob aus diesem ganzen Theil der Wandung nur die Media hervorgeht und somit der innere Theil mit seinen unregelmässigen Kernen nur eine Wucherungszone darstellt, oder

ob in den beiden Arten von Kernanordnung schon die Anlage der Media und Adventitia angedeutet ist, lässt sich hier schwer entscheiden.

Besser tritt das Verhältniss dieser beiden Schichten in dem folgenden Stadium (Nr. 2) bei der Aorta eines Embryo von der Gesammtlänge von 5,6 cm hervor, da hier durch Längsschnitte die Befunde der Querschnitte ergänzt werden konnten. Die innere Schicht ist bedeutend reicher an Kernen als die äussere; dieselben zeigen wiederum ganz unregelmässige Formen. Relativ ist sie im Verhältniss zur äusseren Schicht stärker als im vorhergehenden Stadium. Auf dem Längsschnitt treten nun die Kerne deutlich als quergetroffene Mediakerne hervor. In zwei Schichten dicht angeordnet zeigen sie grösstentheils eine vollkommen runde Gestalt. Hiervon ist durch einen hellen Streifen die 4—5 mal breitere, äussere Schicht, die Adventitia, scharf abgegrenzt. Ihre in einer hellen Grundsubstanz liegenden Kerne sind mit einigen Ausnahmen der Längsachse des Gefässes parallel gestellt. Durch eine mehr concentrische Stellung der Kerne im inneren Theil der Adventitia lassen sich zwei Schichten derselben unterscheiden. Auf dem Querschnitt liegen in der feinstreifigen hellen Grundsubstanz theilweise längsgestellte, theils runde Kerne. Nach aussen hin werden die letzteren immer seltener, indem sie zugleich mehr und mehr die runde und ovale Form annehmen. Wenn auch so ein Uebergang in das umgebende Gewebe geboten wird, so bleibt doch immerhin durch die dichtere Anordnung und die concentrische Stellung der Kerne in der Arterienwand eine ziemlich scharfe Grenze bestehen. Aus Längs- und Querschnitt lässt sich ersehen, dass bis jetzt in der Adventitia keiner Richtung ein Vorzug gegeben wird, sondern die Elemente circulär wie longitudinal verlaufen.

Für die Berechtigung der Annahme, in den beiden beschriebenen Schichten die Anlage der Media und Adventitia zu sehen, spricht noch deutlicher die Untersuchung der Aorta eines Embryo (Nr. 3) von der Gesammtlänge von 6,4 cm (Scheitel bis Steiss 4,5 cm) [Tafel II. 19, 20]. Das Lumen dieses Gefässes ist so stark mit Blut gefüllt, dass auf dem Querschnitt keine scharfe Grenze der Gefässwand von dem Inhalt gefunden werden kann. Erst auf dem Längsschnitt ist die Intima zu erkennen: langgestreckte Endothelkerne, begrenzt von einer glashellen Membran, wohl der ersten Anlage der Elastica interna.

Der übrige Theil der Wandung hebt sich auf dem Querschnitt von der Umgebung als eine um das Lumen fest geschlossene Schicht von Kernen ab. Die innere, etwas schmalere Schicht zeigt in Form und Stellung ihrer Kerne grosse Unregelmässigkeit; letztere liegen in einer grauen Grundsubstanz. Auf dem Längsschnitt entsprechen ihnen einige Reihen von meist rund oder oval geformten Kernen. Die äussere Schicht lässt, wie im vorigen Stadium, einen inneren kernreicheren und äusseren kernärmeren, lockeren Theil unterscheiden, die auf dem Querschnitt bisweilen durch einen, wohl künstlichen, Spaltraum getrennt sind. Die

2

Kerne liegen auf dem Querschnitt in runder, theilweise auch länglicher Form, in einer leicht circulär gestreiften Grundsubstanz. Im Längsschnitt sind sie fast durchweg von länglicher Gestalt. Der Verlauf der Adventitia-Elemente kann somit hier wohl als hauptsächlich longitudinal bezeichnet werden.

Dasselbe Resultat ergiebt die Untersuchung eines Embryo (Nr. 4) von der Gesammtlänge von 7,1 cm (Scheitel bis Steiss 5,2 cm).

So ist also bei der Aorta die Differenzirung der Wandung im dritten Monat schon weiter vorgeschritten als bei der Brachialis und Femoralis, da sich hier schon Intima, Media und Adventitia deutlich erkennen lassen. Die scharfe Sonderung in drei Schichten jedoch, das Auftreten der einzelnen Wandelemente, zumal der elastischen Substanz, kurz das charakteristische Bild der Aortenwandung bietet die Arterie erst im vierten Monat (Nr. 5) (untersucht an einem Embryo von der Gesammtlänge von 16,7 cm — Scheitel bis Steiss 10,5 cm [Tafel II. 21—23] —). Das sehr gut erhaltene, an einigen Stellen etwas abgehobene Endothel wird von einer verhältnissmässig breiten, glänzenden Elastica interna umgeben, die auf dem Querschnitt in zahlreiche, nicht ganz gleichmässige Falten gelegt ist. Die in etwa zehn Reihen nebeneinander geordneten Kerne der Media sind auf dem Querschnitt, besonders in der Nähe der Intima, ganz unregelmässig geformt. Nach aussen nehmen sie eine mehr längliche, wenn auch noch immer nicht ganz gleichmässige, Gestalt an. Die auf dem Längsschnitt zwar ebenfalls unregelmässigen, aber viel kleineren Kerne sind wohl als Querschnitte der soeben beschriebenen aufzufassen. Ihre Vertheilung in der Media ist eine fast gleichmässige. Zwischen den einzelnen Kernreihen treten nun bald dickere, bald zartere glänzende, wellenförmige Linien auf, welche ununterbrochen das ganze Lumen umgeben. Diese elastischen Streifen senden vielfach Fortsätze aus, um mit den benachbarten in Verbindung zu treten, oder sie theilen sich in zwei Stränge, um sich bald darauf wieder zu vereinigen. So bilden sie ein enges Maschenwerk, in dem die Muskelkerne eingeschlossen sind. Nach der Adventitia zu hören sie plötzlich auf, so dass zwischen beiden Wandschichten doch eine deutliche Grenze besteht, wenn auch nicht eine besonders starke elastische Membran, wie die Elastica externa der Brachialis und Femoralis, die Scheidewand bildet. Der mit Fuchsin gefärbte Längsschnitt beweist, dass diese elastischen Schichten der Media Lamellen sind, welche dieselbe der Länge nach durchsetzen. Es hebt sich hier die intensiv gefärbte, längsgestreifte Media scharf von der blasseren Adventitia ab. In der etwas breiteren Adventitia überwiegt jetzt die longitudinale Richtung. Denn es zeigen die Kerne auf dem Querschnitt eine grosse Unregelmässigkeit in Gestalt und Anordnung, wie auch die immer deutlicher hervortretenden Fasern der Grundsubstanz hier keine gleichmässige Anordnung besitzen. Auf dem Längsschnitt liegen die weitaus meisten Kerne mit ihrer Längsachse parallel der Längs-

achse des Gefässes, und ebenso verläuft die Streifung der Grundsubstanz longitudinal. Zwei gesonderte Schichten der Tunica adventitia, wie bei der Brachialis und Femoralis, sind hier nicht nachzuweisen.

Eine auffallende Veränderung geht in dem folgenden Stadium bei einem Embryo von 18,5 cm Gesammtlänge (Scheitel bis Steiss 10,0 cm) mit der Adventitia vor sich. Bisher waren Media und Adventitia fast gleich reich an Kernen, sie unterschieden sich nur durch die Anordnung ihrer Elemente und zuletzt auch durch das Auftreten der elastischen Substanz in der Media. Jetzt ist die freilich noch immer breitere Adventitia so arm an Kernen und ist aus so lockerem fibrillären Bindegewebe zusammengesetzt, dass man kaum eine Grenze gegen das umgebende Bindegewebe ziehen kann. Während bei der Femoralis und Brachialis schon im vorhergehenden Stadium die Tunica adventitia durch ihre allmählich immer noch deutlicher werdende Theilung in zwei Schichten, später durch das Auftreten der elastischen Elemente die Aufmerksamkeit auf sich zog und an Bedeutung der Media ebenbürtig wurde, beginnt sie bei der Aorta schon in diesem Stadium der Media gegenüber vollkommen zurückzutreten. Freilich treten dagegen schon jetzt in allen ihren Theilen reichlich Vasa vasorum auf. Zwischen Adventitia und Media besteht keine scharfe Grenze. Die auch hier noch auffallende unregelmässige Form der inneren Mediakerne könnte darauf hinweisen, dass es sich hier um eine Wucherungszone oder um longitudinale Muskelfasern handelt. Gegen letzteres spricht der Umstand, dass auf dem Längsschnitt niemals längliche Muskelkerne gesehen wurden. Bei der Färbung mit Fuchsin erscheint am inneren Rande des Gefässes eine zarte vollständig abgeblasste helle Membran, die wir wohl als eine bindegewebige Schicht der Aortenintima auffassen dürfen.

In dem weiteren Wachsthum sind bei der Aorta besonders die Entwicklung der Mediakerne und das Verhältniss von Media und Adventitia von den Zuständen bei der Brachialis und Femoralis verschieden. So sind auch bei einem Embryo von 28,0 cm Gesammtlänge (Scheitel bis Steiss 16,0 cm) (Nr. 7) die Kerne der Muscularis deutlich sichtbar, aber von äusserst unregelmässiger Gestalt. Die Adventitia ist jetzt nur noch ein wenig breiter als die Media und enthält zahlreiche Vasa vasorum, die bis in die äusserste Schicht der Media eindringen. Von elastischen Fasern ist in derselben keine Spur vorhanden.

Während auch noch bei einem Embryo (Nr. 8) von der Gesammtlänge von 28,6 cm (Scheitel bis Steiss 17,5 cm) die kleinen rundlichen Mediakerne gegenüber den stark gefalteten elastischen Schichten zurücktreten, ist die Entwicklung derselben in dem folgenden Monat (Embryo von 34,5 cm Gesammtlänge; Scheitel bis Steiss 23,5 cm) (Nr. 9) in ein neues Stadium übergegangen. Alle haben auf dem Querschnitt jetzt eine längliche Form, die nur dadurch etwas an Regelmässigkeit verliert, dass sich die einzelnen Kerne den Windungen der elastischen Streifen

anschmiegen. Auffallend ist ferner eine dicht an einander gedrängte Schicht von etwa zwei Reihen Kernen, die der Elastica interna angelagert ist. Diese Schicht, welche auch in späteren Stadien beobachtet werden kann, ist als eine rein muskulöse zu bezeichnen. Ihr fehlen die elastischen Elemente. Dieselben treten sonst in diesem Stadium gerade besonders scharf hervor. Bei der Färbung mit Alaunkarmin als hellglänzende, durch Fuchsin intensiv roth gefärbte, wellige Linien besitzen sie in der grössten Ausdehnung der Media fast die gleiche Dicke. Im innersten Theil beginnen sie nach der Intima zu immer zarter zu werden, bis sie endlich in der oben als muskulös bezeichneten Schicht ganz fehlen. Die Grenze zur Adventitia hin wird nicht durch eine breite Elastica externa gebildet; der Uebergang beider Schichten ist bei der Aorta weniger scharf als bei der Brachialis und Femoralis. Keineswegs ist derselbe andrerseits ein ganz allmählicher, so dass sich etwa zwischen immer weiter auseinander tretenden elastischen Lamellen Bindegewebe einlagert, bis jene schliesslich sich vollkommen verlieren. Vielmehr senken sich von der letzten elastischen Schicht der Media, welche fast die gleiche Stärke hat, wie die übrigen, und gleich nahe an die benachbarte gelagert ist, ganz zarte elastische Streifchen ohne bestimmte Richtung in das nächste anliegende Bindegewebe der Adventitia hinein. Eigener elastischer Substanz entbehrt die Adventitia noch vollkommen. Sie besteht aus lockerem Bindegewebe ohne bestimmte Richtung des Fasernverlaufs. An Breite übertrifft die Adventitia die Media noch um ein geringes. Ebenso verhalten sie sich bei dem folgenden Stadium (Nr. 10), einem Embryo von der Gesammtlänge von 41,0 cm (Scheitel bis Steiss 20,0 cm). Das umgekehrte Verhältniss sehen wir dann an der Aorta eines 46,0 cm langen Embryo (Nr. 11) (Scheitel bis Steiss 20 cm). Hier misst die Media 302,49 μ gegenüber einer Dicke der Adventitia von 257,55 μ. Dieses Verhältniss bleibt auch im weiteren Wachsthum bestehen. In demselben Stadium lässt sich auch wiederum die schon einmal erwähnte bindegewebige Schicht an der Aortenintima beobachten, die bei der Färbung mit Alaunkarmin als eine faserige Schicht, bei der Färbung nach Manchot als abgeblasster zarter Saum auftritt.

Fast gleiche Verhältnisse finden sich nun auch in den beiden letzten Stadien, einem Embryo (Nr. 12) von der Gesammtlänge von 48,0 cm (Scheitel bis Steiss 27,0 cm [Tafel II. 24; Tafel III. 25]) und dem Neugeborenen (Nr. 13). Gegenüber der Brachialis und Femoralis ist an der Elastica interna die geringe und niedrige Faltenbildung zu bemerken. In der Media, wo die Kerne fast nur in der innersten, rein muskulösen Schicht eine etwas gleichmässige Form zeigen, ist die kümmerliche Ausbildung derselben gegenüber den langgestreckten Formen bei den weit kleineren Arterien auffallend. Longitudinal gestellte Kerne werden nirgends angetroffen. In der Adventitia treten auch jetzt feine elastische Fasernetze auf, die meist in longitudinaler Richtung verlaufen.

In den ersten Lebensjahren [Tafel III. 26—29] treten in der Media keine weiteren Veränderungen auf, nur dass die elastischen Lamellen vermehrt und verdickt werden und zugleich die Zahl der Kerne zunimmt. Letztere haben auf den Querschnitten eine längliche Form; doch erreichen sie nicht die Grösse derjenigen der Brachialis und Femoralis. Meist sind sie in circulärer Richtung angeordnet. Auf dem Längsschnitt erscheinen sie vollkommen unregelmässig. In der Adventitia treten, grösstentheils im äusseren Theile derselben, allmählich mehr und mehr elastische Streifen auf, theils circulär, theils longitudinal verlaufend. Sie bilden ein vielverzweigtes Fachwerk.

Am wichtigsten sind jedoch die Veränderungen, welche an der Intima vor sich gegangen sind. [Tafel III. 30—33]. Hier ist innerhalb der Elastica interna, als welche man doch wohl die erste nach innen gelegene elastische Lamelle auffassen muss, wenn sie auch nicht die übrigen an Stärke übertrifft, eine breite Schicht entstanden.

Bei der Färbung mit Alaunkarmin lassen sich auf dem Querschnitt drei Schichten von Kernen unterscheiden. Am nächsten der Elastica interna liegen unregelmässig gestaltete Kerne in einer glänzenden Grundsubstanz, darauf folgend eine Reihe länglicher Kerne, die etwa dieselbe Grösse haben wie die Muskelkerne der Media, endlich ganz nach innen eine schwache Zone mit kleinen, unregelmässigen Kernformen. Der Längsschnitt zeigt in den beiden ersten Schichten das umgekehrte Bild. Die äusserste erscheint fein gestreift mit meist länglich gestellten Kernen; die mittlere enthält unregelmässige Kerne in glänzendem Grundgewebe. Die innerste hat meist längsgestellte Kerne und ist wohl als Endothel, verdickt durch etwas Bindegewebe, aufzufassen. Eine ganz scharfe Trennung der drei Schichten in Bezug auf die Form und Stellung ihrer Kerne und Gestaltung ihrer Grundsubstanz ist natürlich nicht vorhanden. Ob die in den beiden äusseren Schichten enthaltenen Kerne nun Bindesubstanzzellen oder Muskelfasern zugehören, lässt sich hier nicht entscheiden. Der Grösse nach ist das letztere das wahrscheinliche. Schärfer treten die Unterschiede der drei Schichten bei der Färbung mit Fuchsin hervor. Auf dem Querschnitt spaltet sich die Elastica interna oft in zwei, drei Lamellen, um sich später wieder zu vereinigen. Sie zeigt vielfach Unterbrechungen, die vielleicht auf Oeffnungen in der Lamelle hinweisen. An sie schliesst sich nach innen eine intensiv roth gefärbte, aber undeutlich gezeichnete Schicht an; dann folgt eine ebenfalls roth gefärbte, circulär gestreifte Schicht und schliesslich im Innern eine abgeblasste, ebenfalls streifige Schicht. Noch deutlicher tritt der Unterschied der beiden äusseren Schichten hervor, wenn man das umgekehrte Bild, wie es auf dem Längsschnitte erscheint, zum Vergleiche heranzieht. Es kann hiernach kein Zweifel darüber herrschen, dass wir es hier mit einer äusseren longitudinalen und einer mittleren circulären Schicht zu thun haben, die beide reich von elastischen Fasern durchsetzt sind.

Ob sie Muskulatur oder Bindegewebe in sich tragen, ist bei dieser Färbung nicht zu unterscheiden. Die innerste Schicht besteht ohne Zweifel aus Bindegewebe.

Betrachten wir die Entwicklung der Aorta im Ganzen, so zeigt sich, dass die Anlage zur Entwicklung aus einem Endothelrohr zur Arterie mit complicirter Wandung schon frühzeitiger beginnt, als bei der Femoralis und Brachialis. Diese Entwicklung wird auch hier durch eine concentrische Anordnung der embryonalen Bindegewebszellen angebahnt. Wann dies zuerst geschieht, lässt sich leider nach den vorliegenden Untersuchungen nicht sicher feststellen, da ja das jüngste hier in Betracht kommende Stadium im dritten Monat schon die Differenzirung in einzelne Schichten, wenn auch undeutlich, anzeigt. Die Längsschnitte der folgenden grösseren, aber immer noch dem dritten Monat angehörigen Stadien lassen keinen Zweifel mehr über die scharfe Scheidung der Media und Adventitia, zumal wenn man die folgenden Monate zum Vergleich heranzieht. Die als Adventitia zu betrachtende äussere Schicht ist breiter als die innere und enthält bald longitudinal bald circulär gestellte Kerne in einer leicht gestreiften Grundsubstanz. Die Media zeichnet sich durch die Unregelmässigkeit ihrer Kerne in Form und Stellung aus. Einen bedeutend höheren Grad der Entwicklung finden wir im vierten Monat. Die Intima ist durch die glänzende Elastica interna ausgezeichnet. In der Media treten zwischen den 10 – 12 Muskellagen ebenso viele elastische Membranen auf, die viel verzweigt und anastomosirend ein enges Maschenwerk bilden. Die Adventitia, bestehend aus fibrillärem Bindegewebe, ist noch ein wenig breiter als die Media. So bietet die Aorta in den hauptsächlichsten Punkten schon dasselbe Bild dar, wie es sich auch beim Neugeborenen findet. Die fernere Entwicklung während des embryonalen Lebens besteht grösstentheils nur in einer Vermehrung der einzelnen Elemente. Die Intima nimmt allmählich, wenn auch nicht gleichmässig, an Dicke zu. Bisweilen kann an einzelnen Stellen eine innere bindegewebige Schicht beobachtet werden, ohne dass jedoch in ihrem Auftreten eine Regelmässigkeit nachgewiesen werden könnte.

In der Media vermehren sich Muskelkerne und elastische Lamellen bis zur Geburt gleichmässig. Die ersteren liegen stets an der Elastica interna am dichtesten, erreichen keine regelmässige längliche Form, wie bei der Brachialis und Femoralis, sondern, bald von rundlicher Form, bald länglich, schmiegen sie sich stets den Windungen der elastischen Lamellen an. Nirgends zeigt sich Längsmuskulatur. Die elastischen Schichten werden zahlreicher und breiter, nehmen aber stets nach innen zu an Dicke ab. Eine besonders ausgebildete, stark hervortretende Elastica externa konnte niemals beobachtet werden.

Die Adventitia ist in den ersten Stadien bedeutend breiter als die Media, allmählich ändert sich dies Verhältniss zu ihren Ungunsten, bis

schliesslich im 8.—9. Monat sie an Stärke von der Media übertroffen wird. Schon im fünften Monat wird sie lockerer und kernarmer als die Media. Zu gleicher Zeit treten aber reichlich Vasa vasorum in allen ihren Schichten auf, die am Ende desselben Monats auch bis in die äussersten Schichten der Media vordringen. Von zwei Schichten, wie bei der Brachialis und Femoralis, von elastischen Fasern oder von Muskulatur konnte nichts bei ihr gefunden werden. Erst beim Neugeborenen sehen wir zarte elastische Fasern in ihren äusseren Theilen auftreten, die in den ersten Lebensjahren an Stärke zunehmen.

Carotis communis.

Da sich der Entwicklungsgang der Carotis in den hauptsächlichsten Punkten demjenigen der Aorta anschliesst, kann die Darstellung auf die Beschreibung einiger wenigen Entwicklungstufen beschränkt werden.

In dem jüngsten Stadium, einem Embryo (Nr. 1) von der Gesammtlänge von 4,3 cm nimmt die Carotis eine Mittelstufe zwischen dem einfachen Endothelrohr der Brachialis und Femoralis und der schon deutlich dreischichtigen Aorta ein. Das stark mit Blut gefüllte Lumen ist von einem deutlich zu erkennenden Endothel umgeben. Die beginnende Differenzirung der übrigen Wandung wird nur durch eine concentrische Anordnung der zunächst liegenden Kerne angedeutet.

Bedeutend weiter vorgeschritten ist die Carotis bei dem Embryo von der Gesammtlänge von 5,6 cm, Scheitel bis Steiss 4,3 cm. Am inneren Rande der Wandung liegt ein regelmässig angeordneter Ring von kleinen, theils runden, theils unregelmässig geformten Kernen, die auf dem Längsschnitt langgestreckt erscheinen. Auf dieses Endothel folgt eine glashelle Membran von fraglicher Beschaffenheit. Bei der Färbung mit Alaunkarmin zeigt sie einen gewissen Glanz, der auf elastische Substanz hinweisen könnte, doch fehlt andrerseits wieder jede Färbung bei der MANCHOT'schen Methode. Nach aussen ordnen sich etwa zwei oder drei dichtgedrängte Reihen runder, ovaler und eckiger Kerne in homogener Grundsubstanz an. Durch die dichtere Anordnung ihrer Elemente erscheint diese Schicht dunkler als ihre Umgebung. In der letzteren liegen zunächst einige etwas regelmässigere Reihen von weiter auseinander stehenden, verschiedenartig geformten Kernen. Dass diese quer getroffen sind, beweist ihre längliche Gestalt auf dem Längsschnitt. Auf letzterem tritt noch deutlicher als auf dem Querschnitt die Streifung der Grundsubstanz hervor. Die Grenze gegen das umgebende Gewebe ist zwar nicht scharf, aber doch deutlich durch das Aufhören der circulären Anordnung der Elemente auf dem Querschnitte hervorgehoben. So lassen sich hier denn schon Intima, Media und Adventitia mit einer gewissen Deutlichkeit unterscheiden. Das gleiche Resultat ergeben die Untersuchungen der beiden übrigen Embryonen des dritten Monats

(Nr. 3). Bei dem letzten, mit der Länge von 7,1 cm (Nr. 4) treten in der Adventitia schon Vasa vasorum auf.

Auch bei der Carotis bringt der vierte Monat (Nr. 5) einen entscheidenden Fortschritt in ihrem Entwicklungsgange. Das Endothel lehnt sich an eine scharf ausgebildete Elastica interna an, die im Vergleich mit demjenigen der Brachialis und Femoralis wenig gefaltet ist. Die Muscularis besteht aus etwa sieben Reihen meist ovaler Kerne, die diejenigen der Adventitia an Grösse übertreffen. Die einzelnen Kernreihen sind durch helle Streifen von einander getrennt, die sich bei der Färbung mit Fuchsin als quergetroffene elastische Lamellen erweisen. Eine besonders ausgeprägte Elastica externa als Grenzscheide zur Adventitia hin konnte hier ebenso wenig gefunden werden, wie bei der Aorta. Die Adventitia übertrifft die Media an Breite. Sie ist auf dem Querschnitt vollkommen unregelmässig gestaltet, sowohl in der Richtung ihrer Elemente wie in der Form der Kerne. Erst der Längsschnitt zeigt, dass die überwiegende Mehrzahl der Adventitia-Elemente longitudinal verläuft. Dasselbe, nur noch schärfer ausgeprägte, Bild zeigt die Carotis eines fünfmonatlichen Embryo (Nr. 6) von der Gesammtlänge von 18,5 cm (Scheitel bis Steiss 10,0 cm).

Eine Veränderung der Intima lässt sich bei einem Embryo (Nr. 7) von der Gesammtlänge von 28,0 cm (Scheitel bis Steiss 16,0 cm) beobachten. Auf dem Längsschnitt erhebt sich an einzelnen Stellen der Intima eine Verdickung, welche, wie die Färbung mit Fuchsin ergab, nicht elastischer Natur ist. Ob die in ihr befindlichen kleinen runden Kerne als quer getroffene Muskelkerne anzusehen sind, oder als dem Bindegewebe angehörige, kann hier nicht entschieden werden. Ein Zusammenhang mit dem Abgang von Gefässen war nicht nachzuweisen.

Im übrigen wachsen die einzelnen Schichten weiter durch Vermehrung der einzelnen Elemente. Gleich wie bei der Aorta entwickelt sich auch hier die Form der Mediakerne nicht so, wie wir es bei der Brachialis und Femoralis in denselben Stadien beobachten konnten. So behalten in dem achten (Nr. 8—11) und den folgenden Stadien die Kerne ihre Dicke und ovale Form, sind vielfach gekrümmt und verzerrt. Dieses Verhalten tritt besonders in dem elften Stadium, bei einem Embryo von der Gesammtlänge von 46,0 cm (Scheitel bis Steiss 20,0 cm) hervor. An die Elastica interna lagern sich einige Reihen dicht gedrängter Kerne, die meistens von gar keinen, bisweilen von ganz zarten elastischen Streifchen durchsetzt werden. Nach aussen verhalten sie sich in der oben beschriebenen Weise, d. h. klein, oft unregelmässig geformt treten sie den immer dichter werdenden Lamellen gegenüber mehr und mehr in den Hintergrund.

Zu gleicher Zeit hat sich auch schon in dem achten Stadium (Nr. 8), bei einem Embryo von der Gesammtlänge von 28,6 cm (Scheitel bis Steiss 17,5 cm) eine Veränderung in der Adventitia vollzogen. Dicht an

der Grenze zur Media tritt eine Anhäufung feiner, longitudinal verlaufender, elastischer Fäserchen auf, ohne dass ein Unterschied in zwei Adventitiaschichten gemacht werden könnte. Die übrigen Elemente der Adventitia zeigen wie bisher eine grosse Unregelmässigkeit im Verlauf. Die elastischen Elemente der Adventitia gewinnen in den folgenden Stadien an Stärke und Deutlichkeit, so dass sie schliesslich in dem inneren Theil der Adventitia die longitudinale Verlaufsrichtung zur vorherrschenden machen.

Die oben beschriebene Verdickung der Intima wurde im bisherigen Lauf der Entwicklung nur noch einmal beobachtet, und zwar im elften Stadium (Nr. 11) bei einem Embryo von der Gesammtlänge von 46,0 cm (Scheitel bis Steiss 20,0 cm). Hier legt sich etwa in der Ausdehnung eines Drittels des Umfanges an die Elastica interna nach innen eine kernhaltige faserige Schicht. Auch hier mag es dahingestellt bleiben, ob es Muskel- oder Bindegewebskerne sind. In den äussersten Theilen dieser Schicht, hart an der Elastica interna, liegen einige longitudinale, zarte elastische Fäserchen. An dem übrigen Umfang des Gefässes besteht die Intima nur aus Endothel und Elastica interna.

Eine eben solche Schicht innerhalb der Elastica interna mit zwei Reihen offenbar quergetroffener Kerne mit leicht gewundenen, zarten elastischen Fasern an der äusseren Grenze findet sich auch auf dem Querschnitt der Carotis eines Neugeborenen. Auch im übrigen haben sich hier die Verhältnisse der Wandung nicht viel verändert. Die meist ovalen, oft unregelmässigen Kerne liegen in einem hellen Grunde, an der Intima am dichtesten, zwischen den elastischen Schichten ziemlich gleichmässig vertheilt. Von den elastischen Lamellen sind die inneren am meisten gefaltet, die äusseren die stärksten an Breite. Sie laufen fast alle parallel in cirkulärer Richtung; sie sind jedoch durch Anastomosen und feine elastische Fasern so eng verbunden, dass sie ein enges Maschenwerk bilden, dem sich die muskulösen Elemente einfügen müssen. Die Adventitia besteht aus fibrillärem Bindegewebe. Im Gegensatz zu dem kurz vorhergehenden Stadium sind die elastischen Elemente an der Grenze zur Media relativ gering. Dagegen durchsetzen ausserordentlich zahlreiche Vasa vasorum alle Schichten der Adventitia und treten auch hart an die Media heran, ohne jedoch in diese selbst einzudringen.

Bei einem dreijährigen Kinde hat die Intima noch an Breite zugenommen. Sie umgiebt jetzt das ganze Lumen, aber in ungleichmässiger Stärke und zwar so, dass sich ihre dickste und ihre dünnste Stelle direct gegenüber liegen.

Sie enthält longitudinal gestellte Kerne und eine äussere longitudinal und eine innere cirkulär verlaufende Schicht feiner elastischer Fasern. Die elastischen Lamellen der Media sind schmaler als bei der Aorta, liegen jedoch dichter zusammen und sind noch mehr durch elastische

Fasernetze verbunden. In dem fibrillären Bindegewebe der Adventitia liegen dicht an der Media einige wenige longitudinale elastische Fasern.

Der Entwicklungsgang der Carotis ist nach diesen Untersuchungen kurz folgender: Im Anfang des dritten Monats beginnt die Differenzirung der Wandung durch eine concentrische Anordnung der embryonalen Gewebselemente. Die Aorta zeigte hier schon die Anordnung dreier Schichten. Diese Stufe erreicht die Carotis noch in demselben Monat. Die Intima, besonders schön auf dem Längsschnitt hervortretend, besteht aus langgestreckten Endothelkernen und einer glashellen Membran; die Media wird dargestellt durch eine Schicht kleiner, unregelmässiger Kerne; die Adventitia enthält longitudinal gestellte Kerne in streifiger Grundsubstanz. Am Ende dieses Monats treten in der Adventitia Vasa vasorum auf.

Der vierte Monat giebt der Carotis das charakteristische Gepräge durch das Auftreten elastischer Elemente: in der Intima die schwach gefaltete Elastica interna, in der Media zahlreiche elastische Lamellen. Eine Elastica externa ist nicht vorhanden. Die Adventitia ist noch frei von elastischen Fasern; sie ist unregelmässig geordnet, doch überwiegt in ihr die longitudinale Richtung.

Die Intima zeigt im Beginn des sechsten Monats an einzelnen Stellen etwas complicirteren Bau; zwischen Elastica interna und Endothel schiebt sich eine kernhaltige Schicht ein, die muskulös oder bindegewebig sein kann, aber jedenfalls nicht elastischer Natur ist. In späteren Stadien hat sie an Breite zugenommen; zugleich sind auch elastische Elemente und zwar anfangs nur longitudinale Fäserchen aufgetreten. In den ersten Lebensjahren umfasst diese Schicht das ganze Lumen, wenn auch ungleichmässig; in ihr lassen sich eine äussere longitudinale und eine innere cirkuläre elastische Schicht unterscheiden. Die Endothellage ist gleich geblieben, die Elastica interna allmählich breiter geworden.

In der Media nehmen die Kerne und elastischen Lamellen dauernd an Zahl und Stärke zu. Letztere sind aussen am stärksten, erreichen jedoch nicht die Dicke der Aortalamellen. Dagegen werden sie durch ein viel dichteres Fasernetz als jene verbunden. Die Kerne sind an der Intima am dichtesten, zwischen den Lamellen gleichmässig vertheilt gelagert. Mit zunehmendem Alter werden sie zwar grösser, erreichen aber nicht die langgestreckte Form, wie diejenige der Brachialis und Femoralis. Vielmehr behalten sie stets eine ungleichmässige Gestalt. Längsmuskulatur ist nicht nachzuweisen.

Die Grenze zwischen Media und Adventitia bildet sich ebenso heraus wie bei der Aorta: d. h. es reichen von der letzten Lamelle kleine elastische Fasern in die Adventitia. Letztere besteht aus unregelmässig gelagertem, grösstentheils jedoch longitudinal verlaufendem fibrillärem Bindegewebe. Im Beginn des sechsten Monats tritt dicht an der Grenze zur Media eine feine Schicht longitudinaler elastischer Fasern auf. Die-

selben erreichen keine besondere Stärke, vor allem nicht im Vergleich mit der elastischen Innenschicht der Adventitia bei der Femoralis und Brachialis. Ueberhaupt fehlte bei der Carotis die Theilung in zwei Schichten. Vasa vasorum treten sehr frühzeitig, am Ende des dritten Monats, auf. Nie überschreiten dieselben die Grenze der Media.

Schluss.

Ueber den Entwicklungsgang der einzelnen Theile der Wandung im allgemeinen ergiebt sich aus den vorliegenden Untersuchungen Folgendes:

Die Intima besteht in den ersten beiden Monaten nur aus dem Endothel. Erst bei einem menschlichen Embryo von der Gesammtlänge von 5,6 cm (Scheitel bis Steiss 4,5 cm) sehen wir häufig, fast immer bei der Brachialis und Carotis, eine glashelle Membran ausserhalb des Endothels auftreten. Wenn sich auch über die Natur dieser Membran nichts Bestimmtes aussagen lässt, so kann sie wohl doch als erste Anlage der Elastica interna angesehen werden. Im vierten Monat, bei einem Embryo von der Gesammtlänge von 16,7 cm (Scheitel bis Steiss 10,5 cm) ist dieselbe bei allen vier in Betracht kommenden Arterien als richtige, vielfach gefaltete elastische Membran ausgebildet. So besteht denn wohl bei sämmtlichen mittelgrossen und grossen Arterien in dieser Zeit die Intima schon aus Endothel und Elastica interna. Auch das Wachsthum stellt sich vorläufig bei allen Arterien in ähnlicher Weise dar. Die Intima bleibt nur zusammengesetzt aus Endothel und Elastica interna, welche letztere allmählich an Dicke zunimmt. Diese Dickenzunahme ist kein gleichmässiges Fortschreiten. Vielmehr ist das Wachsthum der Intima in dieser Beziehung grossen Schwankungen unterworfen, wie aus der am Schluss dieser Abhandlung befindlichen Tabelle zu ersehen ist. Diese mannigfaltige Verschiedenheit der Maasse findet wohl zum grossen Theil ihren Grund in der bekannten Thatsache, dass die Intima an den verschiedenen Stellen eine verschiedene Dicke besitzt, und in der Unmöglichkeit, immer genau dieselben Stellen der einzelnen Gefässe zu vergleichen.

Bei der Femoralis und Brachialis bleiben dieselben Zustände bis zur Geburt und auch in den ersten Lebensjahren erhalten. Etwas complicirter wird bei der Aorta und der Carotis die Zusammensetzung theilweise schon beim Fötus, wenn auch erst im zweiten Theile des intrauterinen Lebens. THOMA hat darauf hingewiesen, dass sich in der Intima, der Aorta und der Carotis an einzelnen Stellen noch neue Schichten einlagern. Dieses Auftreten neuer Elemente konnte bei diesen Untersuchungen zum ersten Male an der Carotis eines sechsmonatlichen Embryo von 28,0 cm Gesammtlänge (Scheitel bis Steiss 16,0 cm) beobachtet werden. Die Verdickung erstreckte sich auf einen kleinen

Theil des Gefässes. Zwischen Endothel und Elastica interna sah man eine helle Schicht mit kleinen runden Kernen. Elastischer Natur war diese Schicht nicht, das bewies die Fuchsin-Färbung. Ob muskulös oder bindegewebig, konnte durch die Alaunkarminfärbung allein nicht festgestellt werden. Im neunten Monat war diese Schicht bei einem Embryo von 46,0 cm Gesammtlänge sowohl an der Aorta wie Carotis in einem kleinen Theile des Umfanges zu verfolgen. Am deutlichsten tritt sie an der Carotis des Neugeborenen auf. In der hellen Schicht innerhalb der Elastica interna liegen zwei Reihen longitudinal gestellter Kerne. Dicht an der Elastica interna erscheinen feine elastische Fasern. Es kann nicht entschieden werden, ob diese Schicht hier schon die THOMA'sche elastisch-muskulöse oder erst eine bindegewebig elastische Anlage derselben ist.

In den ersten Lebensjahren schreitet dann die Entwicklung dieser Schicht rasch weiter, so dass wir im dritten Jahre an der Aortenintima drei Schichten unterscheiden können, von denen die mittlere cirkulär, die beiden anderen longitudinal verlaufen. Die beiden äusseren sind reich an elastischen Elementen. In der Carotisintima stehen die Kerne longitudinal. In Bezug auf Anordnung der elastischen Fasern lässt sich ebenfalls eine äussere longitudinale und eine innere cirkuläre Schicht unterscheiden.

Die Elastica interna selbst besteht in dem jüngeren Stadium aus einer einfachen elastischen Membran. Bei der Aorta und der Carotis erscheint sie schon in den letzten Monaten als gefensterte Membran; bei der Femoralis und Brachialis tritt diese Umwandlung erst beim Neugeborenen auf. Nur bei der Carotis und Aorta konnte eine Spaltung der Elastica interna und auch hier erst in den ersten Lebensjahren beobachtet werden.

Die Tunica media scheint direct aus dem embryonalen Bindesubstanzgewebe hervorzugehen. Bis zum vierten Monat (Nr. 4, Gesammtlänge 16,7 cm, Scheitel bis Steiss 10,5 cm) beschränkt sich die Differenzirung der Gefässwand auf eine mehr gedrängte Anordnung der Kerne um das Gefässlumen. Sie reihen sich allmählich in regelmässigeren Kreisen an. Dieser Vorgang spielt sich bei der Brachialis und Femoralis etwa in der Mitte des dritten Monats, bei der Aorta und Carotis schon früher ab. Diese beiden Gefässe lassen in demselben frühen Stadium schon die Anlage dreier Schichten erkennen. Ausser dieser concentrischen Anordnung der Kerne wurde keine Veränderung des embryonalen Gewebes beobachtet.

Im vierten Monat (Gesammtlänge 16,7 cm, Scheitel bis Steiss 10,5 cm) sind bei allen vier Arterien die Intima, Media und Adventitia ausgebildet. Die Media ist ausgezeichnet durch ihre cirkulär gestellten Kerne, die sich mehr und mehr der spindelförmigen Gestalt nähern. Bei der Brachialis und Femoralis schreiten sie in der Streckung immer

weiter vor, bis sie beim Neugeborenen als lange, dünne Kerne erscheinen. Dem gegenüber bleiben sie bei den beiden grossen Arterien in der Ausbildung ihrer Gestalt zurück. Freilich geht ja auch hier aus den anfänglich ganz unregelmässigen Formen allmählich eine mehr längliche hervor, aber nie erreichen sie die schön gestreckte Form der Brachialis- oder Femoralis-Kerne. Vielleicht weist dies Verhalten der Kerne auf eine mangelhaftere Entwicklung der Muskulatur in den grossen Arterien überhaupt hin, oder nur auf eine Einschränkung in der Gestaltung der Kernformen, bedingt durch die Einbettung in das dichte elastische Maschenwerk. Was die Anordnung der Kerne anbelangt, so liegen sie bei allen vier Arterien meistens an der Intima am dichtesten, in den anderen Schichten der Media gleichmässig vertheilt. Beim Neugeborenen stellt sich allerdings bei der Brachialis und Femoralis auch eine stärkere Anhäufung von Kernen an der Adventitia ein. Die elastischen Elemente treten überall im vierten Monat auf und zwar in der Femoralis und Brachialis als cirkuläre elastische Fasern, vereinzelt auch als kleine elastische Lamellen, in der Carotis und Aorta sofort als zahlreiche starke elastische Membranen. Letztere bilden durch vielfache Anastomosen und feine elastische Fasernetze ein dichtes Maschenwerk. In allen vier Gefässen sind die elastischen Elemente nahe der Intima die zartesten, nach aussen nehmen sie überall an Stärke zu. Hiernach und nach der Anhäufung der Kerne an der Intima, die gewissermassen als Wucherungszone aufzufassen ist, möchte es auch wahrscheinlich sein, dass die Entwicklung der Media von innen nach aussen stattfindet, wie es ja MORPURGO ebenfalls als sicher hinstellt.

Die Grenze gegen die Adventitia wird bei der Brachialis und Femoralis durch eine schon im vierten Monat auftretende, scharf ausgeprägte Elastica externa gebildet. Bei der Aorta und Carotis ist diese Scheidewand nicht ausgebildet; die Grenze wird dargestellt durch das plötzliche Aufhören der elastischen Lamellen, von deren letzten sich einige zarte elastische Fasern in die Adventitia hinein senken. Man könnte die letzte Lamelle mit der Elastica externa der mittelgrossen Arterien vergleichen, doch hebt sich jene nie so scharf und deutlich von ihrer Umgebung ab, wie diese. Das Eindringen von Vasa vasorum in die Media wurde nur bei der Aorta beobachtet. Eine regelmässige Schicht von Längsmuskulatur, wie sie K. BARDELEBEN für alle grösseren und mittleren Gefässe als innere Längsmuskelzone an der Elastica interna annimmt, konnte nicht beobachtet werden.

Die Tunica adventitia ist bei den vier Gefässen nur in ihrer ersten Anlage gleich gebildet. Im mikroskopischen Bilde erscheint sie im dritten Monat in einer concentrischen Anordnung von Kernen um die Anlage der Media. Diese Differenzirung der Adventitia findet bei der Brachialis am Ende des dritten Monats statt, bei den übrigen Gefässen um so frühzeitiger, je grösser die Arterie ist. Vom vierten Monat

an ist der Entwicklungsgang verschieden. Bei der Brachialis und Femoralis tritt hier schon eine Theilung in eine innere, longitudinal und eine äussere, anfangs cirkulär, später unregelmässig faserige Schicht auf. Zuerst sind beide gleich stark, später wird die äussere breiter, als die innere. In letzterer erscheinen im sechsten Monat longitudinale elastische Fasern, die sich mit fortschreitendem Alter stark vermehren, so dass sie bei Neugeborenen die elastischen Elemente der Media bei weitem an Stärke übertreffen. Im übrigen besteht die Adventitia aus fibrillärem Bindegewebe. Im sechsten Monat treten Vasa vasorum auf, doch nur in der äusseren Schicht. Auch in den folgenden Monaten dringen sie niemals weiter in die Wandung hinein. Bei der Carotis und der Aorta fehlt die Trennung in zwei Schichten, doch überwiegt in dem inneren Theil der Adventitia die longitudinale Richtung des Faserverlaufs. Hier treten auch im sechsten Monat einige zarte elastische Fasern auf, doch bleiben sie in ihrer weiteren Entwicklung bedeutend hinter derjenigen der Brachialis und Femoralis zurück. Bei der Aorta fehlt diese elastische Schicht ganz. Hier werden erst beim Neugeborenen vereinzelte elastische Elemente in der Adventitia beobachtet. Die Angabe THOMA's, dass auch die Adventitia der grössten Gefässe beim Embryo reich an elastischen Elementen sei, findet in den vorliegenden Untersuchungen keine Stütze. Bei der Carotis wurden Vasa vasorum schon im dritten, bei der Aorta erst im fünften Monat beobachtet. Bei ersterer durchsetzten sie die ganze Adventitia, bei letzterer drangen sie sogar bis in die äussere Randschicht der Media ein. Die Adventitia übertrifft die Media bei den mittelgrossen Arterien stets an Breite, bei den grossen Arterien nur in der ersten Hälfte des intrauterinen Lebens. Bei den letzteren kehrt sich dieses Verhältniss später um.

Die vorliegenden Untersuchungen führen somit zu einer anderen Auffassung des Entwicklungsganges der Arterien, als sie HENLE, KÖLLIKER und MORPURGO vertreten. Letztere meinen, dass bei einem und demselben Individuum verschieden grosse Arterien verschiedene Stufen der Entwicklung darstellen. MORPURGO fügt an der betreffenden Stelle seiner Schrift hinzu, dass diese Ansicht nicht so zu verstehen sei, als ob die Radialis eines grösseren Embryo ebenso gebaut wäre, wie die gleich dicke Aorta eines kleineren Embryo, sondern nur so, dass der Entwicklungsvorgang in allen Arterien ein analoger ist, und dass dabei die grossen Gefässe den kleinen vorausschreiten. Nach den obigen systematischen Untersuchungen muss dagegen der Entwicklungsgang der Arterien als kein gleichmässiger bezeichnet werden. Freilich ist die erste Anlage als Endothelrohr und die darauf folgende erste Differenzirung der Wandung, welche nur in einer concentrischen Anordnung der embryonalen Gewebselemente besteht, bei allen Gefässen dieselbe, und zwar erfolgt sie auch um so eher, je grösser das Gefäss ist. Vom vierten Monat jedoch ab, wo bei allen vier Arterien die scharfe Trennung der drei Schichten gleichzeitig beobachtet wird,

treten wesentliche Verschiedenheiten in der Entwicklung der Arterien auf. Es stehen sich die Brachialis und die Femoralis einerseits und die Aorta und die Carotis andrerseits gegenüber. Machten alle Arterien dieselbe Entwicklung durch, nur die eine schneller als die andere, so müssten doch die Elemente selbst in den verschiedenen Schichten und ihre Anordnung, bei Aorta und Femoralis z. B., dieselben sein, nur dass sie mit der entsprechenden Grössendifferenz bei ersterer bedeutend stärker ausgebildet wären. Statt dessen tritt z. B. in der Adventitia der Femoralis schon im sechsten Monat eine immer stärker werdende Schicht elastischer Fasern auf, während in der Aorta bis zur Geburt keine elastischen Elemente in der Adventitia beobachtet werden können. Werden wirklich im späteren Alter elastische Elemente an dieser Stelle gefunden, so haben sich dieselben nachträglich entwickelt, sind aber nicht denen der Femoralis im Wachsthum vorangeeilt. Aehnlich, wenn auch nicht so überzeugend, liegt es mit der muskulösen Schicht. Die Muskelkerne der Aorta erreichen nie die schöne Entwicklung der langgestreckten Femoralis-Kerne. Ferner ist z. B. auch sofort beim ersten gleichzeitigen Auftreten der elastischen Substanz die ganze Gestaltung beider Arterien eine verschiedene. In dem einen Gefässe gleich die Anlage zahlreicher elastischer Lamellen, in dem anderen nur vereinzelte cirkuläre Fasern, die auch später niemals eine bedeutende Ausbildung erhalten. Hiergegen könnte freilich der Einwand erhoben werden, dass dieser Unterschied gerade durch das schnellere Wachsthum der Aorta bedingt sei. Trotzdem glaube ich nach den obigen Untersuchungen die Ansicht festhalten zu müssen, dass zwischen grossen und mittelgrossen Arterien ein Unterschied in ihrem Entwicklungsgange besteht.

Zum Schlusse sei es mir gestattet, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Professor SCHWALBE, sowohl für die Anregung zu dieser Arbeit, wie für die gütige Unterstützung bei Förderung derselben auch an dieser Stelle meinen Dank zu sagen.

Maasse der Arterienwandungen in Mikromillimetern.

Nr.	Embryo.			Brachialis.				Femoralis.				Aorta.				Carotis.			
	Gesammtlänge	Scheitel bis Steiss	Ungefähres Alter in Monat.	Wand	Intima	Media	Adventitia	Wand	Intima	Media	Adventitia	Wand	Intima	Media	Adventitia	Wand	Intima	Media	Adventitia
1.	4,8	—	2—3	Endothelrohr				Endothelrohr				99,93	—	—	—	34,38	—	—	—
2.	5,6	4,8	3	13,68	—	—	—	16,65	—	—	—	100,83	—	—	—	59,89	—	—	—
3.	6,4	4,5	3	25,26	—	—	—	27,88	—	—	—	143,60	—	—	—	100,95	—	—	—
4.	7,1	5,2	3	23,83	—	—	—	29,60	—	—	—	157,62	—	—	—	116,71	—	—	—
5.	16,7	10,5	4	121,67	—	20,00	101,67	133,20	6,29	18,50	108,41	232,24	12,17	89,18	130,89	230,21	—	90,59	139,62
6.	18,5	10,0	5	115,20	5,20	19,00	91,00	123,58	6,66	22,20	94,72	494,54	—	184,08	310,46	237,81	10,12	79,81	147,88
7.	28,0	16,0	6	157,74	6,50	25,44	125,80	128,76	3,70	19,24	105,82	464,62	15,88	153,89	294,85	367,82	7,84	75,16	284,82
8.	28,6	17,5	6	113,01	7,94	25,67	79,40	89,54	4,44	14,06	71,04	475,97	8,55	220,54	246,88	253,56	7,56	95,68	150,32
9.	34,5	23,5	7	189,95	8,48	50,88	130,59	233,55	6,29	50,88	176,88	347,21	11,18	157,42	178,61	536,89	11,82	122,17	403,40
10.	41,0	20,0	8	207,25	10,70	44,52	156,48	209,42	8,14	51,06	150,22	342,32	7,94	160,87	173,51	588,67	—	230,12	358,55
11.	46,0	20,0	9	217,44	4,12	48,98	164,89	230,88	7,40	35,52	187,96	579,17	19,18	302,49	257,55	583,76	13,46	205,60	364,70
12.	48,0	27,0	10	197,77	7,24	58,78	131,75	202,02	14,80	50,82	136,90	484,11	7,89	271,32	204,90	472,18	9,03	186,18	276,97
13.	Neugeborener			217,15	4,97	69,26	142,90	232,78	6,81	75,60	150,82	—	—	299,47	243,80	613,67	15,16	307,42	291,09

Verzeichniss der im Text erwähnten Literatur.

1) K. Bardeleben. „Ueber den Bau der Arterienwand", Sitzungsberichte der Jenaischen Gesellschaft für Medicin und Naturwissenschaft für das Jahr 1878 (V. Sitzung am 10. Mai).
2) O. Hertwig. Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte des Menschen und der Wirbelthiere. II. Auflage 1888.
3) A. v. Kölliker. Mikroskopische Anatomie oder Gewebelehre des Menschen.
4) A. v. Kölliker. Handbuch der Gewebelehre des Menschen. V. Auflage.
5) A. v. Kölliker. Entwicklungsgeschichte des Menschen und der höheren Thiere. II. Auflage.
6) Morpurgo. „Ueber die Entwicklung der Arterienwand", Sitzungsberichte der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Klasse der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften XC. Band III. Abtheilung Jahrgang 1884. (XX. Sitzung vom 9. Oktober 1884.)
7) Thoma. „Ueber die Abhängigkeit der Bindegewebsneubildung in der Aortenintima von den mechanischen Bedingungen des Blutumlaufes." I. Mittheilung. Virchow's Archiv Band 93 Heft III. 1883.
8) C. Toldt. Lehrbuch der Gewebelehre.

Erklärung der Bezeichnungen.

Adv. = Adventitia; α. innere Schicht; β. äussere Schicht.
El. int. = Elastica interna.
El. ext. = Elastica externa.
End. = Endothel.
Int. = Intima; α. innere; β. mittlere; γ. äussere Schicht.
Med. = Media.
m. = Membran.
V. v. = Vasa vasorum.

Die elastischen Elemente sind mit rother Farbe bei den mit Fuchsin gefärbten Schnitten gezeichnet.

Erklärung der Tafeln.

Fig. 1. Querschnitt der Brachialis eines Embryo von der Gesammtlänge von 5,6 cm (Scheitel bis Steiss 4,5 cm) 3. Monat. Im Innern der Ring der quergetroffenen Endothelkerne, begrenzt von einer glashellen Membran (m). Nach aussen zwei Reihen dicht gedrängter Kerne: die Anlage der Media. Mit Alaunkarmin gefärbt. Beginnende Differenzirung.

Fig. 2. Querschnitt der Brachialis eines Embryo von der Gesammtlänge von 7,1 cm (Scheitel bis Steiss 5,2 cm) 3. Monat. Im Innern die Endothelschicht, darauf folgend eine dichtere Kernlage: die Anlage der Media. In dem umgebenden Gewebe liegen vielfach Kerne concentrisch gestellt, vielleicht die beginnende Differenzirung der Adventitia. Mit Alaunkarmin gefärbt.

Fig. 3. Längsschnitt desselben Embryo. Innen die langgestreckten Endothelkerne. Daneben die quergetroffenen dicht gereihten Mediakerne.

Fig. 4. Querschnitt der Brachialis eines Embryo von der Gesammtlänge von 16,7 cm (Scheitel bis Steiss 10,5 cm) 4. Monat. Theilung in drei Schichten, Auftreten der elastischen Elemente. Mit Alaunkarmin gefärbt.

Fig. 5. Längsschnitt der Brachialis desselben Embryo. Mit Alaunkarmin gefärbt.

Fig. 6. Querschnitt der Brachialis eines Embryo von der Gesammtlänge von 28,0 cm (Scheitel bis Steiss 16,0 cm) 6. Monat. Auftreten der Vasa vasorum. Mit Alaunkarmin gefärbt.

Fig. 7. Querschnitt der Brachialis eines Embryo von der Gesammtlänge von 28,6 cm (Scheitel bis Steiss 17,5 cm) 6. Monat. Mit Alaunkarmin gefärbt.

Fig. 8. Derselbe Querschnitt (Fig. 7) mit Fuchsin gefärbt. Auftreten der elastischen Elemente in der inneren Schicht der Adventitia.

Fig. 9. Längsschnitt eines Embryo von der Gesammtlänge von 34,5 cm (Scheitel bis Steiss 23,5 cm) 7. Monat. Mit Alaunkarmin gefärbt.

Fig. 10. Derselbe Längsschnitt (Fig. 9) mit Fuchsin gefärbt. Hervortreten der elastischen Fasern in der inneren Schicht der Adventitia.

Fig. 11. Querschnitt der Brachialis eines Neugeborenen. Mit Alaunkarmin gefärbt.

Fig. 12. Derselbe Querschnitt (Fig. 11) mit Fuchsin gefärbt.

Fig. 13. Längsschnitt der Brachialis eines Neugeborenen. Mit Alaunkarmin gefärbt.

Fig. 14. Derselbe Längsschnitt (Fig. 13) mit Fuchsin gefärbt.

Fig. 15—18. Quer- und Längsschnitte der Brachialis eines dreijährigen Kindes. Fig. 15 und 17 mit Alaunkarmin, Fig. 16 und 18 mit Fuchsin gefärbt.

Fig. 19. Querschnitt der Aorta eines Embryo von der Gesammtlänge von 6,4 cm (Scheitel bis Steiss 4,5 cm) 3. Monat. Mit Alaunkarmin gefärbt. Differenzirung in 3 Schichten.

Fig. 20. Längsschnitt derselben Aorta (Fig. 19). Mit Alaunkarmin gefärbt.

Fig. 21. Querschnitt der Aorta eines Embryo von der Gesammtlänge von 16,7 cm (Scheitel bis Steiss 10,5 cm) 4. Monat. Mit Alaunkarmin gefärbt. Scharfe Trennung der drei Schichten. Auftreten der elastischen Elemente.

Fig. 22. Derselbe Querschnitt (Fig. 21) mit Fuchsin gefärbt.

Fig. 23. Längsschnitt derselben Aorta (Fig. 21) mit Alaunkarmin gefärbt.

Fig. 24. Querschnitt der Aorta eines Embryo von der Gesammtlänge von 48,0 cm (Scheitel bis Steiss 27,0 cm) 10. Monat. Mit Alaunkarmin gefärbt.

Fig. 25. Derselbe Querschnitt (Fig. 24) mit Fuchsin gefärbt.

Fig. 26—29. Quer- und Längsschnitte der Aorta eines dreijährigen Kindes. Fig. 26 und 28 mit Alaunkarmin, Fig. 27 und 29 mit Fuchsin gefärbt.

Fig. 30 und 31. Querschnitte der Intima eines dreijährigen Kindes. Fig. 30 mit Alaunkarmin, Fig. 31 mit Fuchsin gefärbt.

Fig. 32 und 33. Längsschnitte derselben Intima (Fig. 30 und 31). Fig. 32 mit Alaunkarmin, Fig. 33 mit Fuchsin gefärbt.

Ueber das Ligamentum teres des Hüftgelenks

von

Dr. E. Moser,
Assistent am anatomischen Institut zu Strassburg.

Hierzu Tafel 4 u. 5.

Wohl über wenige Punkte der systematischen Anatomie gehen die Ansichten der Autoren so weit auseinander als über das Ligamentum teres des Hüftgelenks. Schon die makroskopische Beschreibung desselben stimmt nicht bei allen Schriftstellern überein; vollständig divergent, ja geradezu entgegengesetzt sind aber die Hypothesen, welche über die morphologische Bedeutung und die Function dieses Gebildes aufgestellt worden sind. Während die einen das Ligamentum teres als ein wirkliches starkes Band auffassen und ihm demgemäss eine wichtige Function im Bewegungsmechanismus des Hüftgelenkes zuschreiben, behaupten andere, es trage den Namen eines Bandes völlig mit Unrecht, und leugnen demgemäss jede mechanische Leistung desselben. Wieder andere glauben, die richtige Auffassung zu haben, wenn sie das Ligamentum teres als Schutzorgan für zum Schenkelkopf ziehende Gefässe betrachten, und rühmen die weise Natur, welche diese Gefässe auf so sinnreiche Art vor Zerreissung geschützt habe. Aber auch diese Ansicht hat ihrer Gegner, welche bestreiten, dass auf diesem Wege überhaupt Blut zum Schenkelkopf gelange. Wenn ich schliesslich noch anführe, dass nach anderer Meinung das Band zur Umtreibung der Synovia im Gelenke dient, nach wieder einer anderen dagegen eine höchst praktische Vorrichtung gegen den Bruch des Pfannenbodens bei Fall auf den Trochanter major darstellt, während eine dritte Anschauung dahin geht, dass es als die in das Gelenk eingewanderte Ursprungssehne eines Muskels zu deuten sei, so habe ich zwar noch keineswegs alle Theorien aufgezählt, die über das runde Band aufgestellt worden sind, glaube aber doch damit nachgewiesen zu haben,

dass über das Wesen und die Wirkung dieses Bandes eine einheitliche Auffassung keineswegs erzielt ist. Wir werden an späterer Stelle auf alle diese Ansichten einzugehen haben, hier sei nur erwähnt, dass diese verschiedenartige Deutung des scheinbar so einfachen Gebildes mit ein Grund war, der mich zu den vorliegenden Untersuchungen veranlasste.

Es sind verschiedene Ursachen, welche auch schon früher eine Reihe von Anatomen anregten, sich immer wieder mit diesem Gegenstande zu befassen. Schon die ganz eigenthümliche Lage des Ligamentum teres, welches frei durch eine grosse Gelenkhöhle hindurchzieht, musste eine besondere Aufmerksamkeit auf sich lenken. Dadurch nimmt es eine ganz einzigartige Stellung im Organismus ein. Aehnliche Bildungen haben wir scheinbar in den Kreuzbändern des Kniegelenks und in der Bicepssehne im Schultergelenk. Eine Vergleichung ist trotzdem nicht möglich, weil offenbar alle drei Organe eine verschiedene Bedeutung haben. Noch unklarer, aber auch interessanter wurde die ganze Frage, als es bekannt wurde, dass das Vorkommen des Ligamentum teres in der Ordnung der Säugethiere nicht constant ist. Zuerst wurde das Fehlen des runden Bandes beim Orang bekannt, später bei Echidna und Ornitorhynchus, schliesslich auch bei Elephant und Igel. Es sind dies Thiere, die sich so wenig nahe stehen, dass von vornherein anzunehmen war, die Abwesenheit des Ligamentum teres sei nicht bei allen auf dieselben Ursachen zurückzuführen. Ausser den genannten Thieren, die bestimmt kein Ligamentum teres haben, werden noch mehrere andere aufgezählt, von denen es nach den Angaben in der Literatur zweifelhaft scheint, ob sie ein solches Band besitzen. Auch auf diesen Punkt werden wir später zurückkommen.

Zu dem rein anatomischen Interesse, welches das Ligamentum teres wachruft, kommt noch ein mehr chirurgisches. In den Handbüchern der Chirurgie liest man immer wieder, der Schenkelkopf erhalte seine alleinige Blutzufuhr durch die Gefässe des Ligamentum teres. Fast allgemein nahm man diese Angabe als Thatsache hin und zog daraus gewisse Folgerungen bezüglich der Heilung von Schenkelhalsbrüchen. — Schliesslich sollten auch die bisher ganz unverständlichen Fälle von angeborenem Fehlen des Ligamentum teres beim Menschen, die sich gelegentlich in der Litteratur angeführt finden, auf ihre Richtigkeit untersucht und womöglich erklärt werden. Wie man sieht, lag Veranlassung genug vor, das Ligamentum teres einer erneuten Untersuchung zu unterziehen. Ob es mir dabei geglückt ist, Manches zur Bestätigung schwankender und zur Aufklärung räthselhafter Thatsachen beizutragen, mögen die nachfolgenden Seiten ergeben.

Um die Resultate meiner Beobachtungen möglichst übersichtlich zu gestalten, werde ich sie in vier Abschnitten behandeln. Der erste davon bezieht sich auf das Ligamentum teres in vergleichend anatomischer Beziehung, der zweite beschäftigt sich mit der Entwicklungsge-

schichte und der dritte mit den Gefässverhältnissen des Bandes beim Menschen. Im letzten Kapitel endlich sollen unter der Ueberschrift „Function und Theorie“ die Erklärungsversuche, welche bisher zur Feststellung der morphologischen und functionellen Bedeutung des runden Bandes ausgesprochen worden sind, aufgezählt und kritisch beleuchtet werden.

I. Das Ligamentum teres in vergleichend anatomischer Beziehung.

Wir stellen die vergleichend anatomischen Untersuchungen an die Spitze, weil sie uns geeignet scheinen, das meiste Licht über die ganze Frage vom Ligamentum teres auszubreiten. Es ist dieser Weg zur Lösung der vorliegenden Aufgabe kein neuer, aber auch der jüngste Autor über das Ligamentum teres, BUISSON,[1]) der nur mit Hülfe der vergleichenden Anatomie sein Ziel zu erreichen sucht, ist keineswegs der erste, wie er glaubt, welcher diese Bahnen einschlägt. Vollständig auf vergleichend anatomischer Grundlage kamen WELCKER[2]) und SUTTON[3]) zu ihrer Auffassung des Ligamentum teres, und noch bedeutend früher haben schon OWEN[4]) und MIVART[5]) vergleichend anatomische Betrachtungen über das Ligamentum teres angestellt. Bevor wir jedoch darauf näher eingehen können, muss noch mit ein paar Worten des Ligamentum teres beim Menschen, als dem Ausgangspunkt unserer Untersuchungen, gedacht werden, hauptsächlich weil WELCKER[6]) eine von der gewöhnlichen etwas abweichende Beschreibung des Bandes giebt. WELCKER lässt nämlich die sogenannte hintere Wurzel, welche nach ihm das eigentliche Ligamentum teres darstellt, nicht von dem hintern Rande der Incisura acetabuli entspringen, sondern „von der

[1]) Contribution à l'étude des fonctions du Ligament rond. Thèse de Bordeaux 1888.

[2]) a) Ueber das Hüftgelenk nebst einigen Bemerkungen über Gelenke überhaupt. Zeitschr. f. Anat. und Entw. 1876. S. 41—79.
b) Nachweis eines Lig. interarticulare humeri u. s. w. Zeitschr. f. Anat. und Entw. 1877. S. 98—107.
c) Zur Anatomie des Ligamentum teres femoris. Zeitschr. f. Anat. und Entw. 1877. S. 231—235.
d) Die Einwanderung der Bicepssehne in das Armgelenk. Zeitschr. f. Anat. und Entw. 1878. S. 21—42.

[3]) The ligamentum teres. Journal of Anat. and Phys. Vol. XVII S. 191 — 198.

[4]) On the osteology of the Chimpanzee and Orang. Transactions of the Zoological Society of London. Vol. I. 1835. S. 365 f.

[5]) On the skeleton of the primates. Transact. Zool. Soc. Vol. VI. 1869. S. 210.

[6]) Ueber das Hüftgelenk. Zeitschr. f. Anat. und Entw. 1877. S. 60.

Aussenfläche des Kapselbandes, indem von dessen hinterem und unterem Theile eine Anzahl oberflächlich gelegener Fasern zu einem platten Strange zusammentreten", und auf der dem Texte beigegebenen Figur ist der Ursprung des Bandes direct auf den Schenkelhals gezeichnet. Wenn aber das Band am Femur sowohl entspringt als auch inserirt, so kann es, je nach den Bewegungen des Schenkels, wohl mehr oder weniger weit in das Gelenk einrücken, in keiner Stellung jedoch stärker gespannt werden. Nach meinen Erfahrungen trifft die gewöhnliche Beschreibung für das wohl ausgebildete Band, wie wir es bei jungen kräftigen Leuten finden, vollkommen zu. Die sehnenartige Grundlage wird von zwei fibrösen Bündeln gebildet, von denen das stärkere von der hinteren Lippe der Incisura acetabuli, das schwächere von der vorderen entspringt. Zwischen diesen beiden Strängen ist eine dünne bindegewebige Lamelle ausgespannt. Beide Stränge convergiren gegen die Fossa capitis und werden ringsherum von einer Synovialduplikatur umhüllt, welche sich in Gestalt einer Falte aus der Fossa acetabuli auf das Band hinüberschlägt. Infolge dieser Anordnung erscheint das wohlentwickelte Ligamentum teres auf dem Querschnitt dreieckig, oder vielmehr dreihörnig, da die einzelnen Seiten des Dreiecks etwas eingebogen sind. Entfernt man nach Eröffnung des Gelenkes den Kopf so weit aus der Pfanne, dass das Band sich anspannt, und dreht man dabei den Kopf so, dass die drei Kanten des Bandes gerade gerichtet sind, so hat das Ligamentum teres die Gestalt einer dreiseitigen Pyramide. Die Basis entspricht dem Ligamentum transversum und einem Theil der Fossa acetabuli, die Kanten den beiden Schenkeln des Ligamentum teres und der Synovialfalte. Bei intactem Gelenk ist die Pyramide in der Richtung ihrer Längsaxe um die Wölbung des Femurkopfes gebogen, vom Ligamentum transversum bis zur Fossa capitis.

In ähnlicher Weise wie beim Menschen ist das Ligamentum teres bei der weitaus überwiegenden Mehrzahl der Thiere zusammengesetzt. Doch kommen Ausnahmen von dieser Regel vor, und zwar nach zweierlei Richtung. Einerseits giebt es eine Reihe von Säugethieren, welche kein Ligamentum teres besitzen, andrerseits kennen wir solche, bei denen das Band eine in das Gelenk vorspringende Falte darstellt, also nicht ringsum frei ist. Als Thiere ohne rundes Band werden in der Literatur genannt: Orang, Gibbon, Igel, Elephant, Rhinoceros, Nilpferd, Hyrax, Tapir, Seehund, Seeotter, Walross, Helamys caffer, Macropus giganteus, Megatherium, Bradypus tridactylus, Choloepus, Manis didactyla, Echidna hystrix und setosa und Ornithorhynchus paradoxus. Als Falte soll das Band auftreten bei Seehund und Tapir. Wie man sieht, sind es Angehörige der verschiedensten Säugethierklassen, welche hier neben einander stehen und zwar solche, die sich auf den ersten Blick unmöglich vereinigen lassen. Ja die beiden Thiere der zweiten Reihe

sind sogar schon in der ersten aufgezählt. Um zu erkennen, ob es sich hier um einen unerklärlichen Zufall handle, oder ob diesen Erscheinungen doch ein gemeinsames Gesetz zu Grunde liege, war es erforderlich, alle die aufgeführten Thiere einzeln zu untersuchen. Es stand mir allerdings nur eine beschränkte Anzahl vollständig erhaltener, frischer oder in Spiritus conservirter Präparate zur Verfügung, aber dank dem liebenswürdigen Entgegenkommen von Herrn Prof. Döderlein, Director der hiesigen naturhistorischen Sammlungen, war es mir möglich, fast alle hier in Betracht kommenden Skelete zu studiren. Bevor ich jedoch auf die einzelnen Fälle näher eingehe, muss ich einige Worte in Betreff der Untersuchung am Skelet voranschicken. Im Allgemeinen sind ja die Verhältnisse, auf die es bei solchen Untersuchungen ankommt, auch am Skelet leicht zu erkennen. Es handelt sich um Lage und Gestalt der Pfanne, bezw. des Schenkelkopfes, um das Fehlen oder Vorhandensein und die Ausbildung der Incisura und Fossa acetabuli und der Fossa capitis. Aber gerade der letzte Punkt macht grössere Schwierigkeiten, als man im Voraus denken sollte. Eine gut ausgebildete, mehr oder minder central liegende Fossa, wie wir sie von den meisten Säugethieren her kennen, ist natürlich nicht zu übersehen. Anders dagegen, wenn die Grube so seicht ist, dass man an ihrer Existenz überhaupt zweifeln kann, falls nicht Reste des Bandes in ihr zu entdecken sind, oder wenn sie ganz seitlich an der Grenze der überknorpelten Fläche des Gelenkkopfes gelagert ist. In dem letzteren Falle ist ein doppelter Irrthum möglich. Einmal kann man die Grube ganz übersehen, oder man glaubt, sie stelle blos eine Einbuchtung am Rande der überknorpelten Fläche in diese selbst dar, und schliesst so auf ein wandständiges Band, während man am frischen Präparate erkennt, dass doch noch ein kleiner überknorpelter Saum zwischen Fossa capitis und Gelenkrand besteht und das Band in Wirklichkeit frei ist. Auf alle diese Punkte werde ich im Folgenden öfter zurückkommen müssen.

Nach diesen Vorbemerkungen werde ich auf die einzelnen Fälle näher eingehen. 1. Orang-Utan (Pithecus satyrus). Die Abwesenheit des Ligamentum teres beim Orang wurde nach R. Owen[1]) zuerst von Camper[2]) bemerkt, später wurde sie dann noch von Meckel[3]) hervorgehoben. Eingehender gewürdigt wurde sie aber erst von Owen (l. c.) selbst, der in drei frischen Exemplaren von Orang das Band vermisste. Auch Mivart[4]) geht in seiner Abhandlung „Ueber das Skelet der Primaten" näher auf diesen Punkt ein. Von da ab erwähnen

[1]) On the osteology of the Chimpanzee and Orang. Transactions of the Zoological Society of London. Vol. I.

[2]) Oeuvres T. I S. 121.

[3]) System der vergleichenden Anatomie Bd. II Abth. II. S. 443.

[4]) On the skeleton of the primates S. 200.

alle Autoren, die sich mit dem Ligamentum teres näher befassten, sein Fehlen beim Orang als eine höchst auffällige Thatsache. Mir selbst stand für die Untersuchung ein völlig intactes und mehrere skeletirte Exemplare von Pithecus satyrus zur Verfügung und ich traf dabei folgende Verhältnisse. Die Pfanne unterscheidet sich in keinem Punkte wesentlich von der des Menschen. Incisura und Fossa acetabuli sind vorhanden. Durch erstere tritt eine Arteria acetabuli, Zweig der A. circumflexa femoris medialis, in das Gelenk ein und verästelt sich im Fette der Fossa acetabuli. Auch die Stellung der Pfanne zum Becken und ihre Neigung zum Horizont ist ganz ähnlich wie beim Menschen. Ebenso lassen sich am Femurkopf keine besonderen Unterschiede vom Menschen bemerken ausser dem vollständigen Fehlen einer Grube für das runde Band. Auch von dem Bande selbst ist keine Spur vorhanden. An den skeletirten Exemplaren war der Befund derselbe, nur einmal war es zweifelhaft, ob nicht am Kopfe des Femur eine Fossa und geringe Reste eines Bandes vorhanden waren. Leider war es gerade an der Stelle, wo das Femur zur Verbindung des Skelets durchbohrt war. Wenn ich demnach dieser Beobachtung kein grosses Gewicht beilegen kann, so gewinnt sie dennoch Interesse, wenn wir verschiedene Angaben in der Literatur damit vergleichen. MIVART [1]) führt nämlich einen Fall an und bildet ihn auch ab, wo jedes der beiden Femora eine kleine, aber deutliche Fossa capitis zeigte. Ebenso sagt HUMPHRY [2]) von dem Ligamentum teres des Orang: „It is very small, or wanting althogether" und SAVORY: [3]) „The Ligamentum teres almost or entirely wanting in the orang-outang". Es scheint also das Ligamentum teres beim Orang in einzelnen Fällen vorhanden zu sein.

Im Anschluss an den Orang ist noch mit ein paar Worten der übrigen Anthropoiden zu gedenken. Der Chimpanse besitzt nach übereinstimmender Angabe der Autoren immer ein rundes Band, nur MECKEL [4]) behauptet, dass ihm die Fossa capitis fehle. Auch der Gorilla soll nach MECKEL keine Grube für das Ligamentum teres haben. In der Mehrzahl der Fälle ist jedoch Grube und Band sicher vorhanden, gelegentlich scheinen aber auch beide zu fehlen, denn auch MIVART [5]) sagt, dass es ihm einige Mal unmöglich war, am Schenkelkopf eine Grube zu entdecken. Ebenso führt WELCKER [6]) zwei Fälle an, wo es nicht zu entscheiden war, ob eine Grube existirte oder nicht, und HARTMANN [7]) und DEBIERRE [8]) bemerken, dass das Band bei Gorilla

[1]) On the skeleton of the primates S. 200.
[2]) On the human skeleton S. 521.
[3]) On the ligamentum teres. Journal of Anat. and Phys. Bd. VIII S. 294.
[4]) System der vergl. Anatomie II. Bd. II. Abs. S. 443.
[5]) On the skeleton of the primates S. 200.
[6]) Zeitschrift für Anat. u. Entwgesch. 1877, S. 106 u. 107.
[7]) Handbuch der Anatomie des Menschen 1881, S. 166.
[8]) Traité élémentaire d'anatomie 1890, T. I S. 217.

„meist“ vorkomme. Ueber ein Fehlen des Bandes beim Gibbon finde ich nur bei MECKEL [1]) und HARTMANN (l. c.) Notizen. Nach ersterem besitzt das Femur keine Grube, nach letzterem kommt das Ligamentum teres bei dieser Gattung „fast regelmässig“ vor.

Es scheint sich demnach als Resultat zu ergeben, dass das runde Band beim Orang in der Regel, bei den übrigen Anthropoiden ausnahmsweise fehlt, ohne dass im Bau des Gelenkes sich eine besondere Veranlassung dazu nachweisen lässt.

Als Vertreter der übrigen Gattungen der Affen und Halbaffen untersuchte ich Cercopithecus sabaeus, Cebus capucinus und Lemur varius, ohne jedoch etwas Besonderes zu entdecken.

2. Elephant. Für beide Arten des Elephanten, die indische und afrikanische, ist die Abwesenheit des Ligamentum teres schon lange bekannt. Bereits MECKEL [1]) erwähnt diesen Umstand und nach ihm OWEN, [2]) SAVORY, [3]) HYRTL, [4]) WELCKER (l. c.), SUTTON [5]) u. a. Die Gelenkpfanne ist am macerirten Knochen auffallend flach, im allgemeinen aber einer Kugelpelotte entsprechend. Sie besitzt, entgegen der gewöhnlichen Angabe, eine seichte Incisura acetabuli, welche von einem Ligamentum transversum überbrückt ist, und ebenso eine kleine Fossa acetabuli. Auffallend ist aber, dass die Eingangsebene der Pfanne fast horizontal gestellt ist, so dass die durch die beiden Pfannen gelegten Ebenen unter sehr stumpfem Winkel zusammentreffen, d. h. die Pfanne sieht fast direct nach abwärts [Fig. 20]. Das Caput femoris hat fast die Gestalt einer Halbkugel und schaut direct nach aufwärts. Ein Hals besteht nicht, sondern der Kopf sitzt auf einer ganz schwachen Ausschweifung des Schaftes [Fig. 21]. Von einer Fossa capitis ist keine Spur zu entdecken.

Beim Nilpferd sind nach den Angaben der Literatur — mir stand kein Skelet zur Verfügung — die Verhältnisse ganz ähnlich wie beim Elephanten, nur dass hier auch die Incisura acetabuli fehlt (MECKEL, [6]) WELCKER. [7])

Dem Nilpferd und Elephanten schliesst sich das Nashorn an [Fig. 22 u. 23] (MECKEL, WELCKER, HYRTL, [8]) SUTTON [9])). Doch ist

---

[1]) System der vergleichenden Anatomie II. Bd. II. Abth.

[2]) On the Osteology of the Chimpanzee etc. S. 365 f.

[3]) On the ligamentum teres. Journal of Anat. and Phys. Vol. VIII S. 293.

[4]) Zeitschrift der k. k. Gesellschaft zu Wien 1846 Bd. I S. 58 und Handbuch der topog. Anatomie 7. Aufl. II. Bd. S. 607.

[5]) Journal of Anatomy and Physiology Vol. XX S. 52.

[6]) System der vergleichenden Anatomie II. Bd. II. Abth. S. 438.

[7]) Nachweis eines Lig. interarticulare humeri. Zeitschr. f. Anat. u. Entw. 1877. S. 103.

[8]) Handbuch der topogr. Anatomie II. Bd. S. 607.

[9]) Journal of Anatomy and Physiology Vol. XX S. 191 ff.

hier die Incisura acetabuli deutlicher ausgesprochen und die Neigung der Pfanne zum Horizont nicht so stark wie beim Elephanten. Dagegen ist der Schenkelkopf gegen den Schaft etwas mehr abgesetzt als bei diesem. Das Ligamentum teres fehlt auch beim Nashorn vollständig. — Ebenso mangelt nach SUTTON [1]) das runde Band bei Hyrax. Ich konnte bei einem Exemplar von Hyrax capensis Folgendes beobachten. Die Pfanne [Fig. 24] zeigt eine kleine Incisura und eine seichte Fossa acetabuli und ist ziemlich stark gegen den Horizont geneigt. Der Schenkelkopf ist durch einen deutlich ausgeprägten Hals gegen den Schaft abgesetzt. Vom hinteren unteren Umkreis des Kopfes springt eine kleine Bucht in die überknorpelte Fläche vor [Fig. 25] und in ihr fand ich Reste eines Bandes. Ich vermuthe deshalb, dass Hyrax ein Ligamentum teres besitzt, das aber von der gewöhnlichen Form abweicht, indem es nicht frei das Gelenk durchzieht, sondern eine wandständige, nach innen vorspringende Verdickung der Gelenkkapsel darstellt. Aehnliche Verhältnisse finden wir beim Tapir, an dem WELCKER zum Theil seine Untersuchungen über das Ligamentum teres angestellt hat. Auch hier ist die Pfanne ziemlich flach [Fig. 26], wie beim Elephanten, und ihre Eingangsebene dem Horizonte ziemlich zugeneigt. Die Incisura acetabuli ist viel deutlicher als beim Elephanten, die Fossa jedoch sehr klein und seicht. Am Oberschenkel [Fig 27] besteht auch hier noch kein Hals, wenn auch der Kopf sich etwas mehr vom Schafte abhebt als beim Elephanten. Der Kopf ist nicht so ausgesprochen nach aufwärts gerichtet, sondern wendet sich gleichzeitig etwas medianwärts. An der medialen Seite des Kopfes liegt die Fossa capitis, jedoch ganz excentrisch. Sie stellt eine tiefe Einbuchtung der den Kopf umgebenden rauhen Knochenfläche dar. Diese eigenthümliche Lage der Fossa capitis mag manchmal übersehen worden sein und so die Angabe bedingt haben, dass dem Tapir das runde Band fehle (HYRTL. [2])) Durch WELCKER [3]) wissen wir, dass der Tapir ein Ligamentum teres besitzt; und zwar fand es dieser Autor beim jungen Thiere „seitlich im Pfannenboden wurzelnd, in Form einer abgeplatteten am freien Rande verbreiterten Lamelle, welche pilasterartig am ventralen Theil des Kapselbandes festsass“. Das Band war wandständig, nur in der Nähe des Ligamentum transversum war die mesenterialartige Synovialduplicatur, die es einhüllte, von einer ganz kleinen Oeffnung durchbrochen. Beim erwachsenen Thiere traf derselbe Forscher „ein völlig freies, längs seines ganzen Verlaufs umgreifbares — in dieser Beziehung dem Menschen völlig gleiches Ligamentum teres“.

Im Anschluss an den Tapir studirte ich das Ligamentum teres

[1]) Journal of Anatomy and Physiology Vol. XX S. 191 ff.
[2]) Handbuch der topogr. Anatomie II. Bd.
[3]) Zeitschrift für Anatomie und Entwicklungsgeschichte 1877.

des Pferdes. Da mir hier frisches Material reichlich zur Verfügung stand, konnte ich die in Betracht kommenden Verhältnisse genauer untersuchen. Es war dies aber auch nothwendig, einmal weil das Ligamentum teres des Pferdes an sich schon sehr interessant ist, vor allem aber weil SUTTON [1]) seine Theorie über das Ligamentum teres, die wir später zu besprechen haben werden, mit auf die Beobachtungen am Pferde stützt. Beim Pferde haben wir eine Gelenkpfanne, die ebenfalls etwas nach aussen überhängt, d. h. gegen den Horizont geneigt ist. Sie bildet mit dem nicht sehr ausgebildeten Limbus cartilagineus eine Schale, welche nicht ganz einer Halbkugel entspricht. Die Incisura acetabuli ist tief und gross und vom Ligamentum transversum überbrückt. Sie führt in eine Fossa acetabuli, die an Breite die Incisura nicht übertrifft und weder durch Grösse noch durch Tiefe im Vergleich zu anderen Gelenken ausgezeichnet ist. Das Caput femoris stellt mit seiner Gelenkfläche ungefähr eine Halbkugel dar, weicht aber dadurch von der Kugelform ab, dass es oben lateralwärts verbreitert ist, und zwar in einer schwächeren Krümmung, als sie dem übrigen Kopf entspricht. Die Gelenkfläche sieht exquisit aufwärts. Ein Collum femoris ist nicht vorhanden, der Kopf vielmehr fast in directer Verlängerung der Längsaxe des Fennur angebracht. Am medialen Abhange der Gelenkfläche trifft man eine tiefe, dreieckige Fossa capitis. Die Basis des Dreiecks hängt auf dem macerirten Knochen direkt mit dem rauhen Umkreis der Gelenkfläche zusammen, ist am frischen Präparate jedoch durch einen schmalen Knorpelsaum davon geschieden. Die Spitze des Dreiecks ragt nach aufwärts etwa bis zu einem Drittel des Umfangs in den Kopf hinein.

Sehr eigenthümlich verhält sich nun das Ligamentum teres des Pferdes. Von den Autoren, welche über das Ligamentum teres geschrieben haben, erwähnen nur WELCKER [2]) und SUTTON (l. c.) diese höchst auffallende Thatsache. Das Band besteht nämlich beim Pferde aus zwei wesentlich verschiedenen Abtheilungen. Die eine davon verhält sich wie das gewöhnliche Ligamentum teres, entspringt mit zwei Wurzeln an den beiden Lippen der Incisura acetabuli und inserirt am Kopfe. Dazu kommt aber noch ein Strang, der viel stärker ist als der eben beschriebene und von aussen her, in einer Rinne des Schambeins zum Gelenk hinziehend, unter dem Ligamentum transversum eintritt, sich zwischen das eigentliche Ligamentum teres und dem Schenkelkopf einschiebt und in der Fossa capitis inserirt. Nach SUTTON ist dieser merkwürdige, gut fingerdicke Strang die Ursprungssehne des M. pectineus. Dieser Autor beschreibt das Band folgendermassen: „In the horse the ligament consists of two bands — one hidden within the joint termed the cotyloid portion; the

[1]) The ligamentum teres. Journ. of Anat. and Phys. Vol. XVII.

[2]) Zeitschrift für Anatomie und Entwicklungsgeschichte 1877. S. 105.

other passes out of the cavity to join the linea alba at its junction with the pubes, hence formed the pubio-femoral portion. From this band the pectineus takes part of his origin.“ MORRIS,[1]) der das Band gleichfalls kennt, erwähnt es mit folgenden Worten: „In the horse the round ligament passes out of the acetabulum at the cotyloid notch, and under the name of the „pubo-femoral ligament“ is attached to the body and symphysis of the pubis. From this ligament the pectineus muscle (as well as some of the muscles of abdomen) arises. The fossa in the head of the femur in the horse is very deep and long — so that the ligament can as securely lock the bone as the biceps humeri of man can the arme at the shoulder.“ Die Veterinäranatomen (z. B. LEISERING[2]) beschreiben dagegen einen Strang, der vom M. rectus abdominis abgeht und sich in der Fossa capitis anheftet. — Jedenfalls ist beim Pferde zu unterscheiden zwischen dem eigentlichen Ligamentum teres und einem Verstärkungsstrange, der vom Bauche herkommt. Das erstere verhält sich, wie vorhin beschrieben. Der Verstärkungsstrang, Ligamentum pubo-femorale, ist bedeutend kräftiger als das Band selbst. Es setzt sich an der Symphyse zusammen, hauptsächlich aus einem Sehnenzug, der vom M. rectus abdominis herstammt und Verstärkung erhält durch Faserzüge, welche von der Rectusscheide ablenken. Weitere Stränge biegen vom lateralen Rande des M. gracilis zum Lig. pubo-femorale ab. Dieses Band verläuft in einer Rinne an der Unterfläche des horizontalen Schambeinastes etwas gegen die Incisura acetabuli. Dabei durchsetzt es den M. pubo-femoralis — so wollen wir den gewöhnlich Pectineus genannten Muskel des Pferdes bezeichnen — und theilt ihn dabei in einen kleineren, lateralen, tiefer gelegenen Abschnitt und in einen medialen, stärkeren, oberflächlichen [Fig. 18 u. 19]. Es giebt bei seinem Durchtritt einigen Fasern des M. pubo-femoralis den Ursprungsort ab. Lateral von diesem Muskel tritt das Band unter dem Ligamentum transversum in das Gelenk ein zwischen Lig. teres und Gelenkkopf. Mit dem Ligamentum teres tauscht es einige Faserzüge aus und inserirt von diesem bedeckt in der Fossa capitis. Das Ligamentum pubo-femorale benutzt zu seinem Eintritt die vordere seichtere Hälfte der Incisura acetabuli in der Nachbarschaft des Labium anterius. Die hintere tiefere Hälfte der Incisura wird von fetthaltigem Bindegewebe eingenommen, in dessen Schutz A. und V. acetabuli in das Gelenk eintreten [Fig. 19]. Diese Gefässe scheinen übrigens allein für die Fossa acetabuli und die Synovialhaut bestimmt zu sein; denn in der macerirten Fossa capitis erkennt man keine Gefässlöcher. Wohl aber trifft man eine Gruppe solcher direct unterhalb der Fossa capitis am Rande des Kopfes.

---

[1]) The ligamentum teres and his uses. Brit. med. Journ. 1882 S. 1036.

[2]) Handbuch der vergl. Anatomie der Haussäugethiere 1890 S. 203.

Das auf die beschriebene Weise zusammengesetzte Ligamentum teres des Pferdes ist sehr kurz und beschränkt die Rotation und Abduction erheblich, während es auf Beugung und Streckung keinen Einfluss ausübt. Das Ligamentum pubo-femorale fand ich schon deutlich ausgebildet beim Pferdefoetus von 12,5 cm. Das Ligamentum teres durchzieht in diesem Stadium völlig frei das Gelenk.

Wir müssen noch kurz auf das eigenthümliche Verhalten des Ligamentum pubo-femorale zum gleichnamigen Muskel eingehen, weil SUTTON [1]) auf dieses Verhalten wesentlich seine Auffassung des Ligamentum feres stützt. SUTTON hält nämlich diesen Muskel für ein Analogon des M. ambiens der Reptilien und Vögel und das Band für die eigentliche Ursprungssehne des Muskels, welche vom Caput femoris herkomme und von der auch noch beim Pferde ein Theil dieses Muskels entspringe. Nun haben wir aber gesehen, dass dieses Band hauptsächlich vom M. rectus abdominis herstammt und nur wenigen Fasern des M. pubo-femoralis zum Ursprung dient, wie auch der laterale Abschnitt des M. gracilis von ihm entspringt. Der M. pubo-femoralis entspringt dagegen dem horizontalen Schambeinast. Auch GADOW, [2]) auf den SUTTON wegen des M. ambiens sich beruft, betont ausdrücklich: „Gebilde, die einem typischen M. ambiens homolog wären, fehlen beim Menschen und bei den Urodelen", und in seinem englischen Referate sagt er wörtlich: „In many birds and in mammals the ambiens muscle has actually disappeared," [3]) während er umgekehrt den M. pectineus des Menschen einem Theile des M. pubo-ischio-femoralis internus gleichsetzt. Aber der M. pectineus (pubo-femoralis) des Pferdes ist nicht einmal dem des Menschen völlig homolog. Wir haben oben gesehen, dass beim Pferde dieser Muskel durch das Ligamentum pubo-femorale in zwei Abtheilungen zerlegt wird. Diese beiden Abtheilungen werden aber verschieden innervirt. Die oberflächliche grössere Partie wird vom N. cruralis, die kleinere tiefere vom N. obturatorius versorgt. Beim Menschen wird der M. pectineus constant von N. cruralis innervirt, erhält aber ausnahmsweise auch einen Ast von N. obturatorius. In letzterem Falle kann man den M. pectineus in zwei Köpfe zerlegen und nachweisen, dass der vom Obturatorius versorgte eine abgesprengte Partie des M. adductor longus darstellt. Da beim Pferde ein M. adductor longus fehlt, so muss man annehmen, dass bei ihm der M. adductor longus und der M. pectineus zusammengeflossen sind. Zu einem ähnlichen Resultate kommt auch der neueste Autor über diesen Gegenstand,

---

[1]) Journal of Anatomy and Physiology Vol. XVIII S. 191—193.

[2]) Beiträge zur Anatomie der hinteren Extremität der Reptilien. Morph. Jahrb. 1882 S. 378 u. 458.

[3]) Observations in Comparative Myology. Journal of Anat. and Phys. Vol. XVI S. 493.

PATERSON.[1]) Wie dem auch sein mag, glaube ich nachgewiesen zu haben, dass M. pectineus und ambiens keine Homologa sind. Ich würde auf diese Streitfrage nicht näher eingegangen sein, wenn wir nicht später darauf zurückkommen müssten.

Aehnliche Verhältnisse wie beim Pferde scheinen auch beim Esel vorzuliegen. Leider konnte ich nur ein Skelet untersuchen. Die Pfanne mit Incisura und Fossa acetabuli, die Rinne am Schambein, die Grube am Schenkelkopf sind dem Pferde so ähnlich, dass sicher auch das Ligamentum teres bei beiden Thieren sich gleicht.

3. Seehund. Von den englischen Autoren OWEN,[2]) SAVORY,[3]) SUTTON,[4]) HUMPHRY,[5]) wird dem Seehund ein Ligamentum teres abgesprochen, während er nach HYRTL[6]) ein solches als in das Gelenk vorspringende Falte besitzt. Bei Phoca vitulina schaut die Hüftgelenkpfanne direct lateralwärts. Die Incisura acetabuli ist klein, die Fossa seicht, aber ziemlich gross. Der Schenkelkopf (Fig. 14) ist halbkuglig und sitzt auf einem nur kurzen, wenig entwickelten Halse; die Fossa capitis liegt excentrisch am Innenrande des Kopfes, wo sie eine seichte Einbuchtung darstellt. Das Ligamentum teres erwähnt zuerst LUCAE[7]) mit folgenden Worten: „Ein Ligamentum teres steigt als Fortsetzung (der Kapsel) durch die Incisura acetabuli an der unteren Seite des Gelenkkopfes hinauf bis zu dessen Mitte, ohne dass in dem Kopfe selbst sich eine Fossa kundgiebt.“ WELCKER,[8]) der diese Verhältnisse beim jungen und erwachsenen Seehunde genauer untersuchte, kam zu folgenden Ergebnissen. Das Ligamentum teres entspringt von der Incisura acetabuli und dem Ligamentum transversum und zieht als mit der Kapsel in Verbindung bleibende Falte von mässiger Höhe zum Kopfe und zwar hat es an seinem femoralen Ende eine etwas grössere Breite und besitzt dort einen gerundeten etwas verdickten freien Rand. Auch ich fand Aehnliches an einem mit Bändern versehenen Skelet. Es ist demnach das faltenförmige Ligamentum teres bei Phoca als Regel zu betrachten. Die entgegengesetzte Angabe der Engländer ist wohl so zu erklären, dass sie an macerirten Knochen untersuchten und dabei die kleine Grube am Rande der Gelenkfläche des Schenkelkopfes übersahen. Bei einem Exemplar von

[1]) The pectineus muscle and its nerve-supply. Journal of Anat. and Phys. Oct. 1891 S. 43.

[2]) On the osteology of the Chimpanzee and Orang S. 365 f.

[3]) On the ligamentum teres. Journal of Anat. and Phys. Vol. VIII S. 293.

[4]) The nature of Ligaments. Journal of Anat. and Phys. Vol. XX S. 52.

[5]) On the human skeleton S. 521.

[6]) Topographische Anatomie Bd. II S. 607.

[7]) Die Robbe und die Otter. Abhandlungen der Senckenbergischen naturforschenden Gesellschaft Bd. VIII S. 359.

[8]) Zur Einwanderung der Bicepssehne. Arch. f. Anat. u. Entw. Bd. III S. 231 ff.

Halichoerus sah ich am Knochen die einspringende Bucht, welche dem Ansatze des Ligamentum teres entspricht, noch viel deutlicher als bei Phoca.

An Phoca schliesst sich wohl Trichechus an. Auch hier wird das Fehlen des Bandes angegeben (HYRTL,[1]) SAVORY,[2]) SUTTON.[3])) Dagegen führt LUCAE[4]) an, dass „sowohl in dem Becken, als auch im Ober- und Unterschenkel fast eine vollkommene Uebereinstimmung rücksichtlich der Bildung und allgemeinen Grössenverhältnisse (zwischen Phoca und Trichechus) besteht.“ Er giebt zwar nicht das Vorhandensein einer ähnlichen Fossa capitis wie bei Phoca ausdrücklich an, aber ich glaube, man darf den negativen Schluss ziehen, dass er das Fehlen der Fossa und des Ligamentum teres, falls es bestünde, sicher angeführt hätte, da sonst keine vollkommene Uebereinstimmung herrschen würde. Ich konnte leider kein Skelet von Trichechus untersuchen, bin aber überzeugt, dass man auch hier eine wandständige Fossa capitis finden wird. Ebenso konnte ich kein Skelet von Otaria ansehen.

Es ist hier der Ort, noch einiger Thiere zu gedenken, die zwar mit den Robben nicht nahe verwandt sind, ihnen aber doch in Bezug auf Lebensweise gleichen. Ich meine die Ottern (Lutra und Enhydris). Für die Seeotter, Enhydris, wird das Fehlen des runden Bandes von SAVORY und SUTTON angegeben. Der letztgenannte Autor sagt, er habe Gelegenheit gehabt, zwei frische Exemplare der Seeotter zu untersuchen und habe kein Band gefunden. In der That besitzt Enhydris eine sehr enge Incisura und eine nur kleine Fossa acetabuli. Das Femur hat in seiner plumpen Gestalt noch grosse Aehnlichkeit mit dem von Phoca und Trichechus. Der Hals ist wenig entwickelt, der Kopf halbkugelig und zeigt von einer Fossa, auch einer wandständigen, keine Spur. Es wird demnach wohl das Ligamentum teres bei diesem Thiere fehlen. — Weiter entfernt sich von Phoca die Fischotter, Lutra vulgaris, von der ich ein neugeborenes und ein fast ausgewachsenes Exemplar untersuchen konnte. Die halbkugelige Gelenkpfanne schaut fast direct nach aussen. An ihrem medioventralen Umfange liegt die Incisura acetabuli, welche in die Fossa acetabuli führt. Letztere ist im Verhältniss zur Gelenkfläche noch klein, dagegen die Incisura auffallend breit. Das Femur gleicht bei Lutra sehr der bekannten Form (Fig. 15). Der halbkugelige Kopf ist durch einen deutlich ausgebildeten Hals mit dem Schafte verbunden. Die gut ausgeprägte Fossa capitis liegt excentrisch am inneren Umfang des Kopfes als eine am Rande einspringende Bucht. Das Ligamentum

[1]) Beiträge zur angewandten Anatomie des Hüftgelenks. Zeitschrift d. Wiener Aerzte 1846 S. 58.

[2]) Journal of Anatomy and Physiology Vol. VIII.

[3]) Journal of Anatomy and Physiology Vol. XX.

[4]) Die Robbe und Otter S. 371.

teres (Fig. 17) entspringt mit zwei kräftigen Schenkeln von den beiden Lippen der Incisura acetabuli. Zwischen beiden Schenkeln liegt eine dünnere Bindegewebsmembran. An seinem Ursprung ist das runde Band fast 8 mm breit. Es ist durch eine mesenterialartige Duplicatur mit der Innenfläche der Kapsel verbunden. Während ihres Verlaufs zum Kopfe wird die Falte des Ligamentum teres schmäler, springt aber weiter in das Gelenk vor. In der Nähe der Fossa capitis ist das Band noch 3 mm breit, die Höhe der Falte beträgt am Kopfe reichlich 5 mm. Die Synovialduplicatur ist in der Nähe des Kopfes bedeutend dünner als weiter peripher. Die Länge des hinteren Schenkels des Ligamentum teres beträgt 10 mm, die des vorderen etwas mehr. Dies sind die Verhältnisse beim fast ausgewachsenen Thier. Bei dem neugeborenen Otter ist das Band ebenso zusammengesetzt wie bei dem erwachsenen. Nur fällt die Kürze und Breite desselben auf. Die Breite beträgt 2,3 cm bei einem Durchmesser des Gelenkkopfes von 5,5 mm, während beim erwachsenen Thier die entsprechenden Maasse 3,6 mm und 12,6 mm sind. Die ausgiebigste Bewegung im Gelenk ist die Abduction und Adduction nach LUCAE [1]) = 135°, während die Excursion für Beugung und Streckung 112°, für die Rotation 90°—100° beträgt. Bei Phoca ist Ab- und Adduction = 106°, Beugung und Rotation = je 60°.

4. Igel: Die Gelenkpfanne ist mit Einschluss des sie rings umgebenden Limbus cartilagineus etwas grösser als eine Halbkugel. Der Knochenrand ist durch die Incisura acetabuli unterbrochen, die sich in die bis zur Mitte der Pfanne reichende Fossa acetabuli fortsetzt. Die Incisur ist vom Ligamentum transversum überbrückt. In der Fossa acetabuli liegt fett- und gefässreiches Bindgewebe. Das Caput femoris stellt gleichfalls einen Abschnitt einer Kugel dar. Es ist durch den in stumpfem Winkel vom Schafte abgehenden Hals mit letzterem verbunden. Die Oberfläche des Kopfes ist vollkommen glatt; nur in ihrem Centrum sieht oder fühlt man gelegentlich eine ganz kleine rauhe Stelle oder ein Höckerchen. Der Schenkelkopf überragt den Trochanter major etwas. Ein Ligamentum teres besteht beim Igel nicht, wie dies auch schon GEGENBAUR [2]) und LECHE [3]) angegeben. Auch ich fand bei mehreren intacten Exemplaren, die ich untersuchte, keine Spur eines Bandes. Nur ein noch nicht völlig erwachsener weiblicher Igel machte eine Ausnahme davon. Auch hier war Gelenkkopf und Pfanne wie oben beschrieben. Auf das Gewebe der Fossa acetabuli

---

[1]) Die Robbe und Otter.

[2]) Ueber den Ausschluss des Schambeins von der Pfanne des Hüftgelenks. Morph. Jahrb. Bd. II 1870 S. 232.

[3]) Zur Anatomie der Beckenregion der Insectivoren. Konliga svenska vetenskaps-akademiens handlingar 1882/83 Nr. 4 S. 12.

aufgelagert fand sich jedoch ein 1 mm breiter, 4,5 mm langer bindegewebiger Strang, der an der Incisura acetabuli entsprang und frei endete. Am Kopfe zeigte sich das erwähnte Höckerchen deutlicher ausgebildet. Auf beiden Seiten war der Befund derselbe. Offenbar haben wir es hier mit einem Ligamentum teres zu thun, das normalen Ursprung und richtige Lage besitzt, aber mit dem Kopfe nicht mehr in Verbindung steht. Noch auffallender aber ist die Thatsache, die ich am Igelfoetus feststellen konnte. Ich hatte das Glück zwei Igelfoeten von 45 mm Steiss—Schnauzenlänge zu untersuchen. In den Gelenken derselben gelang es mir sowohl makroskopisch als auch mikroskopisch an Serienschnitten ein vollentwickeltes Ligamentum teres zu entdecken, welches im Centrum des Schenkelkopfes inserirte (Fig. 5). — Im Anschluss an den Igel mögen hier noch einige andere Insectivoren erwähnt werden, da sie vielleicht zur Lösung der uns gestellten Aufgabe beitragen können. Centetes ecaudatus bietet in Hinsicht auf Pfanne und Kopf vollständige Uebereinstimmung mit dem Igel, nur besitzt er ein kräftig entwickeltes Ligamentum teres von ausgesprochen dreieckiger Gestalt. Dasselbe inserirt zugespitzt, aber kräftig, fast im Centrum des Kopfes. Sorex vulgaris hat ebenfalls eine kugelige Gelenkpfanne und einen entsprechenden Kopf mit central inserirendem, verhältnissmässig kräftigem Ligamentum teres. Eigenthümliche Verhältnisse treffen wir dagegen bei dem Maulwurf, Talpa europaea. Hier hat die Pfanne nicht die gewöhnliche Halbkugelform, sondern setzt sich vorn und hinten etwas weiter, aber mit verminderter Krümmung über den Kopf fort. Am oberen Rande dagegen zeigt sie eine seichte, am unteren eine stärkere Einbuchtung. Letzere entspricht der Incisura acetabuli, welche aber in keine Fossa führt, da der ganze Boden der Pfanne glatt und knöchern ist. Gemäss der Gestalt der Pfanne ist auch die Form des Gelenkkopfes, der sich durch einen nur sehr wenig entwickelten Hals vom Schafte abgliedert, keine kugelige. Sie gleicht vielmehr einem quergestellten Cylinder oder richtiger Ellipsoid. Der Kopf ist an seiner oberen, vorderen und hinteren Seite überknorpelt. Lateral schliesst sich direct der Trochanter major an, an der medialen Seite inserirt das starke Ligamentum teres. Dieses ist jedoch nicht frei im Gelenk ausgespannt, sondern stellt eine in das Gelenkinnere vorspringende Falte der unteren Kapselwand dar. Es entspringt an den beiden Lippen der Incisura acetabuli und inserirt am Kopfe in einer Linie, die im Mittelpunkt der medialen Fläche des Gelenkkopfes beginnt und nach abwärts gegen den Trochanter minor hinzieht. — Wir haben demnach in der kleinen Gruppe der Insectivoren in Bezug auf das Ligamentum teres die eigenthümlichsten Modificationen. In gewöhnlicher Weise sehen wir es ausgebildet bei Sorex und Centetes, als in das Gelenk vorspringende Falte bei Talpa und gänzlich fehlen bei Erinaceus im erwachsenen Zustande.

Die nunmehr noch zu besprechenden Thiere lassen sich in drei Gruppen zusammenstellen. Die eine bilden die Beutelthiere, die zweite Echidna und Ornithorhynchus und die dritte die Edentaten. Für Macropus giganteus giebt MECKEL[1]) das Fehlen der Fossa capitis an. Leider konnte ich kein frisches Känguruh untersuchen, dagegen fand ich an mehreren Skeleten, worunter auch eines von Macropus giganteus war, eine deutliche Incisura und eine auffallend grosse Fossa acetabuli. Charakteristisch für die Pfanne ist, dass ihr oberer Rand sehr weit nach aussen greift, so dass die Eingangsebene des Gelenks sehr geneigt ist. Der halbkugelige Gelenkkopf zeigt von einer Fossa jedenfalls nur höchst zweifelhafte Reste, wenn überhaupt eine da ist. Es ist dies wieder einer jener Fälle, wo die Beobachtung am macerirten Knochen nicht ausreicht und Controluntersuchungen am frischen Präparat angestellt werden müssen. Vom Springhasen konnte ich nicht einmal das Skelet studiren, doch ist anzunehmen, dass die Verhältnisse denen beim Känguruh ganz ähnlich sind. Bei Perameles und Didelphys fand ich ein kräftiges Ligamentum teres.

Das Hüftgelenk von Echidna und Ornithorhynchus ist durch das Fehlen einer Incisura und einer Fossa acetabuli ausgezeichnet. Im einzelnen weisen die Gelenke jedoch Verschiedenheiten auf, die eine gesonderte Besprechung erfordern. Bei Ornithorhynchus paradoxus sieht die Pfanne [Fig. 12] direct nach aussen. Der Femurkopf [Fig. 13] liegt in der directen Verlängerung des Schaftes, medial und lateral davon stehen die beiden gleichgrossen Trochanteren. Der Kopf ist nicht ganz eine Halbkugel, das Femur ist in seiner natürlichen Lage ziemlich direct nach aussen gerichtet. Eine Fossa capitis fehlt. Von Echidna hystrix konnte ich ein Spirituspräparat untersuchen. Die Pfanne mit dem Limbus cartilagineus ist nicht ganz halbkugelig, sondern stellt nur ein Kugelsegment dar. Der knöcherne Pfannenboden besitzt im Centrum eine Oeffnung, welche durch eine Bindegewebsmembran verschlossen ist. Der Schenkelkopf ist direct in der Axe des Schaftes angebracht, in der Mitte zwischen den beiden Trochanteren. Es umfasst etwas mehr als die Hälfte einer Kugel, namentlich deshalb weil die Gelenkfläche sich nach aussen gegen den Trochanter major fortsetzt. Dagegen ist die Krümmung nicht so ganz gleichmässig wie bei einer Kugel. Eine Fossa capitis fehlt, ebenso ist im Gelenke nichts von einem Ligamentum teres zu entdecken. Die Pfanne umfasst nicht ganz die Hälfte des Kopfes. Das Femur zieht von der Pfanne in transversaler Richtung nach aussen.

Der Mangel des Ligamentum teres, der Incisura acetabuli und der Fossa capitis bei den Monotremen ist schon lange bekannt (MECKEL,

[1]) System der vergleichenden Anatomie II. Bd. II. Abth.

4*

OWEN u. A.) OWEN [1]) giebt auch für Echidna setosa das Fehlen des runden Bandes an.

In Bezug auf die Edentaten sind die Mittheilungen in der Literatur nicht übereinstimmend. Bradypus sowohl als auch Choloepus besitzen nach gleichlautenden Angaben kein Ligamentum teres. Choloepus hat eine ziemlich direct nach aussen schauende, wenig geneigte Pfanne, eine nur kleine Incisura und Fossa acetabuli. Der Schenkelkopf ist halbkugelig, median- und aufwärtsschauend, ein Collum ist nicht vorhanden, der Kopf sitzt auf einer leichten Ausschweifung des Schaftes nach innen. Bei Myrmecophaga fand ich eine Fossa capitis. Dasypus besitzt nach WELCKER [2]) das Band. Ich traf bei Dasypus villosus und peba eine Fossa capitis im Zusammenhang mit dem Rande der Gelenkfläche. Bei Dasypus novemcinctus entdeckte ich am Spirituspräparate das Ligamentum teres als eine in das Gelenkinnere vorspringende Falte. Das noch nicht ausgewachsene, 65 cm lange Thier hatte eine Pfanne, welche hinten oben ziemlich weit über den Gelenkkopf übergriff, eine Incisura und eine Fossa acetabuli. Aus letzterer stieg ein kurzes kräftiges Ligamentum teres horizontal nach aussen zur Innenseite des Gelenkkopfes, wo es in einer halbmondförmigen Fossa capitis inserirte. Der Gelenkkopf war halbkugelig; nur auf der medialen Seite wurde die glatte Oberfläche durch die erwähnte Fossa capitis unterbrochen. Der Kopf befindet sich in directer Fortsetzung des Schaftes, nur ein klein wenig nach innen abweichend. Er wird von dem sehr kräftigen Trochanter major überragt. Das Ligamentum teres ist 4 mm breit, 4,5 mm lang und ebenso hoch. Bei Manis fehlt nach MECKEL [3]) die Incisura acetabuli, nach OWEN [1]) das Band, während es nach WELCKER [2]) vorhanden ist. Ich fand bei Manis javanica eine sehr kleine Incisura acetabuli, dagegen keine Fossa capitis. Orycteropus besitzt nach WELCKER [2]) das runde Band.

Um mich mit den einfacheren Gelenkformen bekannt zu machen, untersuchte ich noch das Hüftgelenk einiger Reptilien, namentlich auch aus dem Grunde, weil SUTTON [4]) das Ligamentum teres mit einem bei den Reptilien vorkommenden Muskel (M. ambiens) in Verbindung bringt. Ich studirte die Gelenke von Hatteria, Emys und Alligator. Im allgemeinen fand ich bei allen drei Reptilien ähnliche Verhältnisse. Bei Hatteria setzt sich die Gelenkpfanne aus allen drei Beckenknochen gleichmässig zusammen und ist gegen die Beckenhöhle abgeschlossen. Sie schaut direct lateralwärts und ist nicht halbkugelig, sondern elliptisch, die Längsaxe parallel der des Rumpfes gerichtet. Ebenso ist der Kopf des Femur nicht kugelig, sondern gleicht einem dorso-ventral plattge-

---

[1]) On the osteology of the Chimpanzee and Orang.
[2]) Ueber das Hüftgelenk. Zeitschr. f. Anat. u. Entw. 1876.
[3]) System der vergleichenden Anatomie Bd. II Abth. II.
[4]) The ligamentum teres. Journal of Anat. and Phys. Vol. XVII.

drückten Cylinderabschnitt. Die überknorpelte Fläche verschmälert sich nach vorn und hinten, so dass sie eigentlich ellipsoid ist. Hinter dem Kopfe befindet sich an der Grenze gegen den Schaft ein starker Muskelhöcker. Das Kapselband zeigt sowohl an der dorsalen als auch an der ventralen Seite Verstärkungsstränge, Lig. accessorium dorsale et ventrale. Jeder derselben setzt sich wieder aus einem vorderen und einem hinteren Schenkel zusammen (Fig. 10). Der vordere Schenkel des ventralen Bandes entspringt dem Processus lateralis pubis, wo auch die Mm. ambiens und pubi-tibialis (GADOW[1]) ihren Ursprung nehmen. Der hintere Schenkel kommt vom hinteren Ende des Acetabulum von einem Höckerchen, welches dem Os ischii angehört. Beide Bandstränge convergiren zu einer kleinen Grube, die unter der Mitte des ventralen Randes der überknorpelten Gelenkfläche liegt. Die beiden Schenkel des dorsalen Bandes sind etwas stärker und entspringen etwas näher bei einander, der vordere vom vorderen, der hintere vom hinteren Ende des pubalen Pfannenumfangs. Ihr Anheftungspunkt liegt dem des Lig. accessorium ventrale direct gegenüber.

Nach der soeben gegebenen Beschreibung der Gelenkflächen und Bänder ist das Hüftgelenk von Hatteria im allgemeinen ein Winkelgelenk. Das Femur ist in transversaler Richtung vom Becken nach auswärts gerichtet und bewegt sich in einer horizontalen oder nur schwach geneigten Ebene um eine verticale Axe. Die Bewegungen sind hauptsächlich Flexion und Extension; Abduction und Adduction, noch mehr aber Rotation scheint durch die Anordnung des Gelenks ziemlich ausgeschlossen.

Aehnliches kann man bei Emys beobachten. Die Pfanne (Fig. 6) ist ausgesprochen dreilappig mit einer vorderen, hinteren und oberen Ausladung gemäss den drei Knochen, welche sie zusammensetzen, und drei Einbuchtungen dazwischen, die den Nähten zwischen den einzelnen Knochen entsprechen. Die Pfanne ist exquisit lateralwärts gerichtet; ihre Längsaxe zieht von hinten nach vorn, von der hinteren Einbuchtung nach der dem Schambein angehörigen Vorwölbung. Hinten ist die Pfanne auf die hintere und obere Vorwölbung verbreitert, während sie sich nach vorn zu verschmälert. Der Schenkelkopf (Fig. 7) sitzt auf dem sanft nach vorn gebogenen Schafte, gegen den er ziemlich scharf abgeknickt ist. In der Verlängerung des Schaftes liegen hinter dem Kopfe zwei Trochanteren und zwischen ihnen eine Fossa trochanterica. Die Gelenkfläche ist in der Mitte am breitesten, spitzt sich aber nach hinten und vorn zu, und zwar nach hinten mehr als nach vorn. Sie gleicht demnach einem Theil der Oberfläche eines Ovoids. Die längste Axe dieses Ovoids ist bei natürlicher Stellung des Ober-

[1]) Beiträge zur Myologie der hinteren Extremitäten der Reptilien. Morph. Jahrb. Bd. VII.

schenkels parallel zur Körperaxe gerichtet. Das Kapselband ist durch Ligamenta accessoria verstärkt. Von den beiden Schenkeln des Lig. accessorium ventrale entspringt der vordere am Os pubis, der hintere am Os ischii. Beide convergiren gegen die Mitte des ventralen Kopfrandes und inseriren in einem Grübchen, in das ein vom Trochanter ventralis ausgehendes Leistchen einmündet. Die beiden Schenkel des Lig. accessorium dorsale sind nicht so scharf getrennt wie bei Hatteria. Der vordere kommt aus der Incisura iliopubica, der hintere vom Tuberculum iliacum der Pfanne. Sie inseriren in der Mitte des dorsalen Randes des Gelenkkopfes. Bei Emys ist durch das Bauch- und Rückenschild die Bewegung noch beschränkter als bei Hatteria; sie besteht fast nur aus Beugung und Streckung.

Etwas anders liegen die Verhältnisse beim Alligator. Hier wird die Pfanne nur von Ilium und Ischium gebildet, die sich je einen hinteren und vorderen Fortsatz entgegenschicken (Fig. 8). Doch erreichen sich nur die hinteren Fortsätze vollkommen, während die vorderen durch eine Bandmasse verbunden werden. Der Grund der Pfanne ist nicht durch Knochen geschlossen wie bei Emys und Hatteria, sondern durchbrochen wie bei den Vögeln und Echidna. In der Oeffnung ist eine Membran ausgespannt. Das Femur (Fig. 9) gleicht im allgemeinen dem der Schildkröte, ist nur weniger gebogen; die Muskelhöcker sind weniger ausgesprochen, überhaupt die ganze Gestalt schlanker, eleganter. Der Kopf stellt einen Theil eines dorso-ventral comprimirten Cylinders dar, der vorn mit seiner Wölbung etwas über den Schaft hinausreicht. Die Ligg. accessoria inseriren in der Mitte der plattgedrückten Seiten des Kopfes. Das ventrale setzt sich aus zwei Schenkeln zusammen (Fig. 11), von denen der vordere, bedeutend stärkere, von der Bandmasse zwischen Ilium und Ischium entspringt, der hintere von Limbus cartilagineus in der Nähe des hinteren Endes der Pfanne. Die beiden Schenkel des dorsalen Bandes sind kräftiger als die des ventralen. Der vordere entspringt breit vom vorderen Theil des iliacalen Pfannentheils und steigt, sich etwas zuspitzend, nach hinten abwärts zu einer kleinen Grube in der Mitte des lateralen Umfanges des Kopfes. Er deckt an seinem Ursprung den vorderen Abschnitt des hinteren Schenkels, an der Insertion den ganzen hinteren Schenkel. Letzterer entspringt vom hinteren Abschnitt des iliacalen Pfannentheils und setzt sich mit seinem hinteren Rande in eine Art Labrum cartilagineum fort, das die Pfanne ergänzt. Er inserirt in der erwähnten Grube unter dem vorderen Schenkel verborgen. Das Lig. access. dorsale zieht von vorn nach hinten und von innen nach aussen, ist deshalb ein Hemmungsband für Rotation nach hinten und für Adduction bei gestrecktem Schenkel. Dagegen ist bei rechtwinklig abstehendem oder mässig gebeugtem Femur eine Adduction wohl möglich, und man sieht dabei deutlich, wie bei dieser Bewegung das Lig. access. ventrale durch seinen

Ansatzpunkt in das Gelenkinnere nachgeschleift wird. Nach der Anordnung der Gelenkflächen und der Muskeln sind auch beim Alligator Beugung und Streckung die Hauptbewegungen, daneben ist aber auch Abduction und Adduction möglich, während Rotationsbewegungen ziemlich unmöglich sind.

Vergleichung. Wir haben nunmehr die Hüftgelenke der Säugethiere untersucht, soweit sie in Beziehung auf das Ligamentum teres eine Besonderheit darbieten, d. h. solche, in denen das Band entweder als Falte auftrat, rudimentär entwickelt war oder ganz fehlte. Denn von hier aus erschien es mir am ehesten möglich, eine genügende Erklärung für die Bedeutung des gewöhnlichen Verhaltens zu erhalten. Daran schloss sich die Schilderung der einfacheren Formen des Hüftgelenkes, wie sie bei den Reptilien vorkommen, um einen bestimmten Ausganspunkt für die Vergleichung zu gewinnen. Die Vögel liess ich absichtlich ausserhalb meiner Betrachtungen, einmal weil mir kein hinreichendes Material geboten war, sodann aber hauptsächlich weil diese doch wiederum eine ganz besondere Entwicklungsreihe darstellen. Hier sei nur ganz im allgemeinen bemerkt, dass in der Regel ein Ligamentum teres vorhanden ist, welches am unteren Umfange der Pfannenöffnung entspringt und horizontal nach aussen zum Centrum des Schenkelkopfes zieht. Doch scheinen auch bei den Vögeln manche Variationen vorzukommen. Denn während z. B. der Strauss eine ausserordentlich tiefe Fossa capitis besitzt, konnte ich bei Rhea, beim Emu und Casuar keine entdecken.

Im Grossen und Ganzen kann man, glaube ich, von den Reptilien zur Reihe der Säugethiere und zum Menschen folgenden Gang der Entwicklung annehmen. Bei den Reptilien ist das Hüftgelenk der Hauptsache nach ein Winkelgelenk mit einer flachen Pfanne und einem mehr oder weniger cylindrischen Gelenkkopf. Die Längsaxe von Pfanne und Gelenk ist der Körperaxe parallel gestellt. Das Femur steht rechtwinklig nach aussen vom Rumpfe ab. Die Drehungsaxe des Gelenkes ist vertical und ihr dorsaler und ventraler Endpunkt wie gewöhnlich in Ginglymusgelenken, durch Seitenbänder verstärkt. Die Bewegungen beschränken sich im allgemeinen auf Beugung und Streckung, wobei sich das Femur in einer horizontalen, nach aussen etwas abfallenden Ebene bewegt. Bei den Schildkröten ist durch Bauch- und Rückenschild jede andere Bewegung ausgeschlossen, während bei Alligator verhältnissmässig ausgiebige Ab- und Adduction möglich ist. Diese Beweglichkeit ist mit dem Reichthum an Bewegungen, wie ihn das Hüftgelenk der Säugethiere, speciell der Raubthiere bietet, natürlich gar nicht zu vergleichen.

Mit der Umwandlung des Winkelgelenks der Reptilien in das Kugelgelenk der Säugethiere und mit der dadurch bedingten Zunahme

der Bewegungsfreiheit ist auch das Auftreten des Ligamentum teres verbunden. Diese Umwandlung stelle ich mir folgendermassen vor. Zuerst erfolgt die Adduction des Femur. Es sind dann im Gelenke Bewegungen um zwei senkrecht zu einander stehende Axen möglich, indem zu der bei den Reptilien vorherrschenden Beugung und Streckung noch Abduction und Adduction hinzukommen. Damit ist aber nothwendigerweise eine Umänderung der Gelenkflächen verbunden, die sich schon mehr oder weniger der Kugelform nähern müssen. Mit der Adduction rücken bisher ausserhalb der Pfanne gelegene Abschnitte des Schenkelkopfes in diese ein und werden mit zur Gelenkfläche benutzt. Es sind dies die Partien, welche der ventralen Randfläche des bisher cylindrischen Gelenkkopfes zunächst lagen, d. h. die ventralen Ansätze der Kapsel speciell des Lig. accessorium ventrale. Der Insertionspunkt des Bandes rückt in das Gelenk und schleift so das Band selbst nach. Nur die vor und hinter der Anheftungsstelle des Bandes gelegenen Theile, wo das Kapselband von vornherein etwas tiefer inserirte und dünner war, werden zur Vergrösserung des Gelenkkopfes verwendet. Das Lig. accessorium ventrale oder mediale, wie es jetzt genannt werden muss, bildet so eine in das Gelenk vorspringende Falte, die durch eine Duplicatur der Synovialhaut mit der Kapsel in Verbindung steht. So lange Beugung und Streckung sowie Ab- und Adduction die Hauptbewegungen im Gelenke sind, wird das Band sich nicht weiter verändern. Tritt jedoch die Thätigkeit ausgiebiger Rotationsbewegungen hinzu, so wird der Kopf sich unter dem Bande zu verschieben versuchen und schliesslich die Synovialduplicatur, die das Band mit der Kapsel und dem unterhalb der Fossa capitis befindlichen Theil des Kopfes verbindet, lösen. Dies ist das Stadium des freien Ligamentum teres, wie wir es bei der weitaus überwiegenden Mehrzahl der Säugethiere kennen. Schliesslich kann aber auch der Ansatz des Bandes am Kopfe schwinden und sogar der in der Pfanne liegende Rest des Bandes der Resorption anheimfallen. Auf diese Weise sind einige Fälle von Fehlen des Ligamentum teres zu erklären, wie wir bald sehen werden.

Mit dem Einwandern des Lig. accessorium ventrale in das Gelenk sind aber auch Umwandlungen der Pfanne verbunden. Im Allgemeinen behält ja die Pfanne ihre ursprüngliche Lage und Richtung nach aussen auch bei den Säugethieren bei, nur ein wenig neigt sich ihre Ebene zum Horizont. Mit der Adduction des Femur und der Umwandlung seines Kopfes zur Kugel muss jedoch auch eine entsprechende Modification der Pfanne einhergehen. Da aber, wie gesagt, die Lage der Pfanne im Ganzen dieselbe bleibt, müssen Theile, die bisher unter ihr lagen, angeschliffen werden. Auch hier werden nur Partien, die vor oder hinter dem Ursprung des Ligamentum accessorium (teres) lagen, zur Vergrösserung der Gelenkfläche benutzt, während das Band selbst

dazwischen eine Furche erzeugt (Incisura und Fossa acetabuli). Die Gelenkfläche erhält so statt der Kugel- eine Ringform, die sich auch dann noch erhält, wenn das Ligamentum teres der Resorption anheimfällt.

Ausser der eben beschriebenen giebt es jedoch noch eine zweite Möglichkeit der Umbildung des Hüftgelenks. Während bei dem geschilderten Vorgang Pfanne und Gelenkkopf die ursprünglichen Lagebeziehungen zu einander ändern, indem mit der fortschreitenden Adduction neue Partien der medialen Seite des Kopfes in das Gelenk einbezogen werden und die Pfanne sich an ihrem unteren Umfange weiter bildet, können Pfanne und Kopf bei erfolgender Adduction ihre Beziehungen auch beibehalten. Es wird aber in diesem Falle nach Vollendung der Adduction die Pfanne anders aussehen als im ersten. Denn statt auswärts wird jetzt die Pfanne nach abwärts gerichtet sein: die Kugelgestalt ist durch Vergrösserung nach der lateralen Seite erreicht. Der Gelenkkopf sitzt nicht wie im ersten Falle an der medialen Seite des Femurschaftes, mit ihm durch einen mehr oder minder ausgeprägten Hals verbunden, sondern er liegt in direkter Verlängerung der Diaphyse. Zur Einwanderung des Ligamentum accessorium mediale und Entwicklung eines Ligamentum teres wird es unter diesen Umständen gar nicht oder nur in ganz geringem Grade kommen. Auf diese Weise entsteht auch eine Hüftgelenk ohne Ligamentum teres, aber auch ohne Incisura und Fossa acetabuli. Dieser Bildungsmodus ist also dem erstgenannten geradezu entgegengesetzt.

Für die beiden soeben geschilderten Arten der Umformung des Hüftgelenks finden wir in der That Vertreter unter den Säugethieren. Am einfachsten liegen die Verhältnisse bei den Monotremen. Die Pfanne schaut nach aussen und etwas abwärts. Das Femur steht ziemlich transversal vom Becken ab, der Kopf liegt in der Verlängerung des Schaftes. Die ganze Anordnung nähert sich demnach noch sehr der der Reptilien. Es ist ein indifferentes Stadium, von dem aus die Entwickelung sowohl nach der einen als auch nach der anderen Seite ausgehen kann. Hier fehlt natürlich noch eine Incisura acetabuli und ein Ligamentum teres.

Die erste Reihe der Entwicklung erkennen wir bei der Vergleichung der Hüftgelenke von Seehund, Fischotter und Dachs (Fig. 14, 15 und 16) oder sonst einem Raubthier. Bei Phoca steht das Femur fast rechtwinklig vom Rumpf ab, der Schenkelkopf liegt fast direct in der Längsaxe des Knochens. Die Hauptbewegung des Gelenkes beim Schwimmen ist die Ab- und Adduction, die nach LUCAE[1]) 106° beträgt, während Flexion und Extension sowie Rotation nur in einer Ausdehnung von 60° möglich sind. Obwohl aber hier die Stellung

[1]) Die Robbe und Otter 1872.

des Femur zum Rumpf noch rechwinklig ist, treffen wir doch eine kleine Incisura acetabuli und ein, wenn auch gering entwickeltes und wandständiges Ligamentum teres, welches offenbar einen durch die Ab- und Adductionsbewegungen in das Gelenk einbezogenen Theil der Kapsel darstellt. Der Gelenkkopf ist trotzdem rund, weil eben neben dieser Hauptbewegung auch noch andere Bewegungen im Gelenke möglich sind. Einen Schritt weiter sehen wir alle diese Veränderungen bei der Fischotter entwickelt. Femur und Pfanne bieten hier schon fast die gewöhnlichen Formen. Incisura und Fossa acetabuli, Collum femoris, alles ist deutlich entwickelt. Das Ligamentum teres ist kräftig ausgebildet, aber noch wandständig und springt erheblich in das Gelenk vor. Die Fossa capitis steht nicht in directem Zusammenhang mit dem Rande der Gelenkfläche, sondern durch eine Synovialduplicatur, welche von ihr zur Kapsel zieht. Diese Synovialduplicatur, welche den Zusammenhang des Bandes mit der Kapsel vermittelt, wird je näher sie der Insersionsstelle des Bandes kommt, desto höher und dünner, zuletzt ganz transparent. Die Bewegungen sind bei Lutra viel freier als bei Phoca, doch bestehen sie auch hier noch infolge der Schwimmbewegung hauptsächlich in Ab- und Adduction. Bei den auf dem Lande lebenden Raubthieren, bei welchen Bewegungen um alle drei Axen des Femur gleichmässig stattfinden, ist der Zusammenhang des Ligamentum teres mit der Kapsel und der Oberfläche des Kopfes bis zur Insertionsstelle in der Fossa gelöst und das Band frei.

Beispiele der zweiten Entwicklungsreihe des Hüftgelenks und des Ligamentum teres hat uns zum Theil schon WELCKER[1]) geliefert. Ein Hüftgelenk mit horizontal stehenden Gelenkflächen und vertikal in der Axe des Femur aufstrebendem Gelenkkopfe treffen wir beim Nilpferd. (Auch für das Megatherium wird dasselbe behauptet.) Hier fehlt Incisura und Fossa acetabuli und Fossa capitis. Es sind hier eben die lateralen Partien des Kopfes und der Pfanne zur Umbildung des Gelenkes benutzt werden. Aber auch diese Formen sind durch Uebergänge mit den gewöhnlichen verbunden. Bei Elephant und Nashorn tritt schon eine Andeutung einer Incisura acetabuli auf; Fossa acetabuli sowohl wie capitis fehlt dagegen noch; die Gelenkflächen sind stark gegen den Horizont gesenkt. Hyrax scheint dagegen schon ein wandständiges Ligamentum teres zu besitzen. Der Tapir hat nach WELCKER (l. c.) im jugendlichen Stadium ein wandständiges Ligamentum teres, während beim erwachsenen Thiere das Band frei ist. Der Tapir steht in der ganzen Gelenkbildung den eben beschriebenen Thieren noch sehr nahe, da die Pfanne eine grosse Neigung, das Femur einen nur wenig ausgebildeten Hals zeigt, leitet aber doch schon zum Pferde über, das zwar

---

[1]) Ueber das Hüftgelenk. Zeitschrift f. Anat. u. Entw. 1876.

noch ein sehr seitlich inserirendes, aber trotzdem schon im Foetalzustande freies Ligamentum teres erkennen lässt, während die Gelenkpfanne schräg nach aussen sieht. Ueber den eigenthümlichen Verstärkungsstrang des runden Bandes beim Pferde kann ich leider nur mittheilen, dass ich ihn schon beim Foetus vollentwickelt, in charakteristischer Lage angetroffen habe. Er scheint mir auf einen Muskel zu weisen, der einst vom Bauch herab zum Oberschenkel zog. Leider war es mir unmöglich, irgend einen Verwandten des Pferdes in frischem Zustande zu untersuchen und so vielleicht Aufschluss über dieses räthselhafte Gebilde zu erlangen. Denn dass es nicht, wie SUTTON[1]) meint, der Sehne des M. ambiens entspricht, habe ich schon früher nachgewiesen.

In der Gruppe der Insectivoren treffen wir Vertreter aller Modificationen des Ligamentum teres, ein wandständiges mit analoger Bildung des Gelenks bei Talpa, ein freies bei Sorex und Centetes. Der Igel besitzt kein rundes Band. Doch lässt sich sein Mangel hier nicht auf dieselbe Weise wie bei den bisher erwähnten Thieren erklären. Denn der Igel hat eine deutliche Incisura und Fossa acetabuli, was bei Echidna, Ornithorhynchus und Nilpferd nicht der Fall ist. Auch habe ich schon früher erwähnt, dass ich in einem Falle in der Fossa acetabuli einen bindegewebigen Strang fand, der ganz einem Ligamentum teres glich, aber nicht mit dem Kopfe in Verbindung stand. In der Mitte der Oberfläche des Gelenkkopfes traf ich ein kleines Höckerchen, das ganz gut als Insertionsstelle des in der Fossa acetabuli liegenden Bandes betrachtet werden konnte. Lag nach diesem Befund schon der Gedanke nahe, den Mangel des Ligamentum teres beim Igel durch Resorption zu erklären, so wurde er durch die Untersuchung in foetalem Zustande bestätigt. Ich fand, wie schon erwähnt, in den Gelenken von zwei Igelfoeten von 45 mm Länge, bei denen gerade die Verknöcherung im Oberschenkel begann, während die Beckenknochen noch ganz knorpelig waren, ein wohl ausgebildetes, am Kopfe central inserirendes Ligamentum teres (Fig. 5). Die Gelenkspalte ist um diese Zeit schon vollständig gebildet und Kopf und Pfanne stellen schon ein verkleinertes Abbild ihres entwickelten Zustandes dar. Wann hier das Band schwindet, kann ich nicht angeben, da mir ältere Foeten sowie jugendliche Exemplare von Igel nicht zu Gebote standen. Jedenfalls aber steht die Thatsache fest, dass das Ligamentum teres beim Igel angelegt wird. Es erklärt sich damit die bisher völlig dunkle Thatsache eines Mangels des runden Bandes beim Igel einfach als Schwund eines im foetalen Zustande vorhandenen Organs. Die Monotremen einerseits, der Igel andrerseits bilden daher die Pole der phylogenetischen Entwicklungsreihe des runden Bandes. Bei jenen ist es noch nicht zur

[1]) The ligamentum teres. Journal of Anat. and Phys. Vol. XVII.

Einbeziehung eines Ligamentum teres in das Gelenk gekommen, beim Igel wird der durch seine Einwanderung in das Gelenk bedeutungslos gewordene ehemalige Kapselabschnitt zwar noch angelegt, schwindet aber im Laufe der Entwicklung wieder, so dass in der Regel beim erwachsenen Thiere von einem Ligamentum teres nichts nachzuweisen ist. Das wandständige Ligamentum teres von Talpa und das freie von Sorex sind Uebergangsstufen zwischen diesen beiden Extremen. Also auch in Bezug auf das Ligamentum teres und das ganze Hüftgelenk zeigt sich wie so vielfach sonst die eigenthümliche centrale Stellung der Insectivoren unter den Säugethieren, die nach den verschiedensten Gruppen überleitet.

In der That halte ich die Ergebnisse bei der Untersuchung des Igels einer allgemeineren Anwendung fähig und glaube, dass noch bei verschiedenen Thieren das Fehlen des Ligamentum teres auf diese Weise als Rückbildung zu deuten ist. Hierher gehört vor allem der OrangUtan, bei dem das Fehlen des runden Bandes bisher sehr auffallend erscheinen musste, da es die übrigen Anthropoiden besitzen. Ich habe schon oben mehrere Angaben in der Literatur zusammengestellt, die ein gelegentliches Vorkommen des Bandes beim Orang, wie auch ein ausnahmsweises Fehlen bei den anderen Anthropoiden berichten. Diese Thatsachen mussten „noch sonderbarer" erscheinen, wie dies WELCKER[1]) ganz richtig bemerkt. Nachdem wir aber erkannt haben, wie das Fehlen beim Igel zu erklären ist, ist uns auch das Verhalten bei den Anthropoiden verständlich geworden. Beim Orang wird wie beim Igel das Band gewöhnlich nicht mehr zur Ausbildung gelangen,. wohl aber noch angelegt werden. Dafür spricht wenigstens sein gelegentliches Vorhandensein beim erwachsenen Thiere. Und was beim Orang als Regel auftritt, scheint bei den übrigen Anthropoiden hie und da als Ausnahme vorzukommen.

Es bleibt jetzt noch eine Reihe von Thieren mit Fehlen des Ligamentum teres übrig, bei denen ich nicht bestimmt aussprechen kann, wie dies zu erklären ist. Wahrscheinlich gehören sie alle dem Igeltypus an. Am sichersten gilt dies von Enhydris, wo auch eine ganz kleine Incisura acetabuli, aber keine Fossa capitis vorhanden ist. Für die Springbeutler erklärte ich schon früher die Schwierigkeiten, die die Untersuchung des Skelets darbietet. Ueber die Edentaten herrschen Widersprüche in der Literatur, die ich durch meine Untersuchungen nicht völlig aufklären konnte. Vielleicht sind sie nur scheinbar und so zu deuten, dass bei einigen Edentaten das runde Band immer, bei anderen gelegentlich fehlt. Hier müssen weitere Untersuchungen an möglichst frischem Material die Lücke ausfüllen. Bei Dasypus novemcinctus fand ich, wie erwähnt, das Band als Falte.

---

[1]) Ueber das Hüftgelenk. Zeitschr. f. Anat. u. Entw. 1876.

Viel wichtiger scheint mir jedoch die Mittheilung einer Reihe von Thatsachen, die das gar nicht allzu seltene Schwinden des Ligamentum teres beim Menschen beweisen. Wie bekannt, liest man fast in jedem Handbuch der Anatomie bei der Beschreibung des Ligamentum teres, dass dieses Band beim Menschen gelegentlich fehlt, mitunter auch noch die Beifügung, dass dadurch die Function des Gelenkes nicht beschränkt werde. Doch hat schon PALETTA [1]) genauere Angaben darüber gemacht. Nachdem er mitgetheilt, dass er einige Mal den Mangel des Ligamentum teres beobachtet habe, fährt er fort: „Quod ligamentum, ubi desideratur, rubescens quaedam macula in capitis summitate observatur, cui tenuis supertenditur membrana locum designans, in quem vinculum teres immitti debuisset. In acetabuli autem fovea, ex qua ligamenti radices educuntur, vix quidquam nisi informis pinguedo reperitur." Derselbe giebt auch noch andere Literatur über das Fehlen des Ligamentum teres an (CALDANI, [2]) SANDIFORT, [3]) SALZMANN, [4]) BONN, [5]) GENGA, [6]).) HUMPHRY [7]) giebt nur an: „It may be wanting, without any special weakness of the joint being observed to resultate from its absence". Dagegen beschreibt SAVORY [8]) zwei Hüftgelenke mit mangelndem Ligamentum teres aus dem Museum des St. Bartholomeusspitals mit folgenden Worten: „In each joint the ligamentum teres is completely wanting. The capsule of each is perfect and exhibited no appearence of disease. In the usual situation of the attachement of the ligamentum teres there is a deep depression in the head of the femur and just above this the cartilage of each femur is slightly absorbed". Auch LANGER [9]) giebt zu: „Allerdings sind mir auch Fälle, aber nur von Greisen bekannt, wo das Band gänzlich fehlte, die Fossa femoris und der Recessus acetabuli nur durch Bindegewebe bedeckt waren". Ich hatte nun das Glück, verflossenen Winter theils bei den Präparirübungen, theils in den Operationskursen fünf Fälle von Fehlen des Ligamentum teres beim Menschen zu beobachten und zwar sind die Fälle der Art, dass sie diese auffällige Erscheinung völlig erklären. Das schönste meiner Präparate stammte von einem auffallend kräftigen Manne in mittleren Jahren, der wegen Angina Ludovici in die hiesige chirurgische Klinik kam und

[1]) Exercitationes pathologicae. Mediolani 1820 S. 68/69 und Deutsches Archiv für die Physiologie von Meckel Bd. VI S. 341.

[2]) Ex libris 26. Maji 1786.

[3]) Observat. anat. pathol. lib. III cap. X.

[4]) Haller. Diss. anat. vol. VIII.

[5]) Thesaurus oss. morb.

[6]) Anat. chirurg.

[7]) On the human skeleton S. 521.

[8]) On the ligamentum teres. Journal of Anatomy and Physiology Vol. VIII.

[9]) Ueber das Gefässsystem der Röhrenknochen. Denkschriften der k. Akademie der Wissenschaften zu Wien Bd. 35 S. 23.

innerhalb weniger Tage starb. Im rechten Hüftgelenk fehlte das Ligamentum teres vollständig. Die Kapsel war völlig intact, namentlich bestanden keine Anzeichen, die auf eine früher bestandene Zerreissung hinwiesen. Nach Eröffnung der Kapsel zeigte sich der Gelenkkopf völlig normal und gänzlich überknorpelt; die Kapsel bot die gewöhnlichen Insertionsverhältnisse dar. Die Fossa capitis lag an normaler Stelle als ein ovales seichtes Grübchen von 8 mm längstem Durchmesser. Der Grund desselben war völlig glatt, doch war der Knorpelüberzug an dieser Stelle dünn, so dass die Unterlage bläulichroth durchschimmerte. Auch das Acetabulum und sein Knorpelüberzug waren völlig intact. Durch die Incisura acetabuli schob sich ein sehr gefässreicher Strang von Synovialgewebe ein, der die Fossa acetabuli ausfüllte. Das Ligamentum teres mangelte gänzlich.

Einen so exquisiten Fall fand ich nicht wieder. Die anderen Präparate zeigten alle Reste des Bandes in verschiedener Stärke, am Kopf meistens nur einige bindegewebige Fäden, einige Millimeter lang, oder auch gar nichts mehr, in der Fossa acetabuli dagegen Rudimente des acetabulären Theils des Bandes bis zu 2 cm Länge. Nur an einem Präparate, das von einer alten Frau stammte, zeigte auch der Knorpel in nächster Umgebung der Fossa capitis eine leichte Usuration, ein Vorkommniss, dem man keine Bedeutung beilegen kann, wenn man bedenkt, wie oft man solches in alten Gelenken mit vollständig intactem Ligamentum teres zu sehen bekommt. Aus den angegebenen Befunden geht aber klar hervor, dass das Fehlen des Ligamentum teres beim Menschen durch Resorption eines vorhandenen Bandes und nicht durch Mangel der Anlage zu erklären ist. Dafür spricht auch, dass meines Wissens nie Mangel des Ligamentum teres beim Kinde oder jugendlichen Menschen, sondern nur beim Erwachsenen oder Greise bemerkt worden ist. Vollends erwiesen wird diese Annahme dadurch, dass bei zweien meiner Fälle die Gelenke der anderen Seite die Resorption in ihrem ersten Beginn zeigten. Das Band war im Allgemeinen normal und kräftig, nur einige mm vor dem Ansatz an dem Kopfe war es bis auf die Hälfte seiner Breite wie durchnagt. Dadurch war offenbar die Stelle angegeben, wo später eine vollständige Trennung stattgefunden hätte. Die Trennung beginnt demnach in nächster Nähe des Kopfes entsprechend dem Theile des Bandes, der bei Bewegungen am meisten die Stelle verändert. Damit stimmt auch ganz überein, dass man gewöhnlich bei Lösung des Zusammenhangs noch ganz kurze Reste des Bandes am Kopfe anhängend, in der Pfanne dagegen grössere Stücke trifft. Wird schliesslich das Band vollends resorbirt, so haben wir ein „Fehlen des Ligamentum teres beim Menschen“. Dieser Mangel des Bandes scheint aber nach meinen Erfahrungen häufiger zu sein, als man gewöhnlich annimmt.[1]) Was also beim

[1]) Ich fand, wie gesagt, in 4—5 Wochen 5 Fälle, dann längere Zeit hindurch.

Igel und Orang Regel ist, kommt beim Menschen und, wie wir nach den früher mitgetheilten Erfahrungen hinzufügen können, bei den übrigen Anthropoiden als Ausnahme vor.

Fassen wir zum Schlusse dieser Untersuchungen die Geschichte des Ligamentum teres mit kurzen Worten zusammen, so lässt sich ungefähr Folgendes sagen. Das Ligamentum teres ist ein ursprünglich — bei den Reptilien — ausserhalb des Gelenkes liegender Abschnitt der Kapsel, ein Verstärkungsband derselben, welcher mit der veränderten Stellung des Femur bei den Säugethieren für gewöhnlich in das Gelenk einbezogen wird, unter gewissen Bedingungen jedoch auch als in das Gelenk vorspringende Falte bestehen bleibt. Durch den Eintritt in das Gelenk hat diese Kapselpartie ihre Function verloren und wird deshalb bei manchen Thieren rudimentär oder schwindet ganz. Das Schwinden ist als eine Resorption eines, wenigstens in der Anlage vorhandenen, Bandes aufzufassen. Ob es bei einigen Thieren gar nicht mehr zur Anlage des Ligamentum teres kommt, kann ich mit Bestimmtheit nicht sagen, es scheint dies aber nach meinen Untersuchungen nicht wahrscheinlich. Unter gewissen Bedingungen wird das Band auch gar nicht in das Gelenk aufgenommen, wenn nämlich die Stellung des Femur der ursprünglichen gleicht (Echidna und Ornithorhynchus), oder wenn bei erfolgter Adduction des Femur die Lage der Pfanne zum Gelenkkopf dieselbe geblieben ist (Nilpferd). Diese Fälle unterscheiden sich von denen mit resorbirtem Bande dadurch, dass sie die Incisura und Fossa acetabuli entbehren. Incisura und Fossa acetabuli bilden sich nämlich erst infolge des Einrückens des Bandes in das Gelenk, da nothwendig eine vertiefte Stelle bestehen muss, in welche sich das Band einlagern kann, ohne die Mechanik des Gelenkes zu stören. Diese Modificationen der Pfanne bleiben auch bei dem Schwinden des Bandes erhalten. Man wird demnach aus dem Vorhandensein oder Mangel einer Incisura acetabuli bei fehlendem Ligamentum teres schliessen können, ob das Band nicht mehr oder noch nicht vorhanden ist. Diese Ansicht scheint mir ziemlich sicher; wenigstens lassen sich alle Fälle, die ich näher untersuchen konnte, dadurch erklären. Ihre volle Bestätigung wird sie allerdings erst dann finden, wenn bei den früher angeführten Edentaten und anderen Thieren, die ich nicht untersuchen konnte, Reste des Bandes entweder beim erwachsenen Thiere oder im Foetus nachgewiesen sind.

---

wieder keinen. Um über die Häufigkeit dieses Mangels sichere Werthe zu erlangen, wird in Zukunft in den Zählkarten über Varietätenstatistik unseres Instituts (s. Anat. Anzeiger Nr. 23 1889 und Nr. 20 u. 21 1891) das Fehlen des Ligamentum teres notirt. Unter „Fehlen“ ist nach den obigen Ausführungen die mangelnde intracapsuläre Verbindung zwischen Kopf und Pfanne zu verstehen. Es werden also auch die Fälle, in denen Reste des Bandes am Kopfe oder in der Fossa acetabuli vorhanden sind, mitgezählt.

II. Entwicklungsgeschichte des Ligamentum teres.

Nachdem die vergleichend anatomische Untersuchung ein allmähliches Einwandern des Ligamentum teres in das Hüftgelenk gelehrt hatte, lag es nahe zu untersuchen, ob sich diese Einwanderung auch entwicklungsgeschichtlich nachweisen lasse. Der Gedanke schien um so berechtigter, als wir von anderen Gebilden, die im entwickelten Zustande im Innern eines Gelenkes liegen, eine foetale Einwanderung kennen, z. B. von der Bicepssehne des Schultergelenks. [1]) In der That sprach auch WELCKER [2]) schon vor längerer Zeit diese Vermuthung aus. Die Beweise jedoch, die er dafür anführen konnte, waren nicht vollständig überzeugend. „Bei der Eröffnung der Schenkelpfanne eines Embryo der zehnten Woche, bei welchem die Stelle der zukünftigen Fossa capitis fem. (entsprechend der stark auswärts rotirten und gebeugten Schenkelhaltung der Embryonen) der Incisura acetabuli sehr dicht anlag, schien es allerdings, als ob das Ligamentum teres nicht ringsum frei, sondern wandständig sei.“ Später [3]) fand er noch bei einem siebenmonatlichen Foetus mit angeborener Hüftgelenksluxation ein Ligamentum teres sessile. Auch die Beobachtung eines faltenförmigen runden Bandes beim erwachsenen Menschen durch HYRTL [4]) musste die Aufmerksamkeit auf diesen Punkt lenken, zumal die bisher vorliegenden entwicklungsgeschichtlichen Arbeiten (SCHUSTER, [5]) VARIOT [6]) u. A.) darauf keine Rücksicht nehmen.

Als Material dienten mir Embryonen von Mäusen von 13,5 mm, von Schafen von 20 mm und vom Menschen von nicht ganz 30 mm ab. Die ganze Hüftgelenksgegend wurde jedes Mal in Schnittserien zerlegt.

Jüngere Stadien sind beim Menschen nur von HENKE und REYHER [7]) (18—20 mm) und von SCHUSTER (l. c.) (22 mm) untersucht. Erstere erwähnen nur ganz kurz, dass beim Foetus von 18—20 mm die Pfanne mit einer Concavität den kugelrunden Kopf des Femur umgreift. Gegen den Schenkelkopf, der nur aus verhältnissmässig grossen, aber noch nicht zu Knorpelzellen ausgebildeten Zellkörpern zusammengesetzt sei, werde die Pfanne durch eine Zone kleinzelliger Bildungen abgegrenzt

[1]) Welcker: Die Einwanderung der Bicepssehne. Arch. f. Anat. u. Entw. 1878.

[2]) Ueber das Hüftgelenk. Zeitschr. f. Anat. u. Entw. 1878 S. 76.

[3]) Die Einwanderung der Bicepssehne. Arch. f. Anat. u. Entw. 1878 S. 41.

[4]) Topographische Anatomie Bd. II S. 607.

[5]) Zur Entwicklungsgeschichte des Hüft- und Kniegelenks. Mittheilungen aus dem embryol. Institut zu Wien Bd. I 1880.

[6]) Développement des cavités et des moyens d'union des articulations. Thèse pour l'agrég. Paris 1883.

[7]) Studien über die Entwicklung der Extremitäten. Sitzungsberichte der k. Akademie der Wissenschaften zu Wien Bd. LXX Abt. 3.

(S. 230). Von Ligamentum teres erwähnen HENKE und REYHER nichts, dagegen heisst es bei ihnen „Schenkelhals und Trochanter sind in entsprechender Grösse vorhanden“. Letzteres bestätigt SCHUSTER wörtlich für seinen 22 mm grossen Embryo. Auch sonst schliesst er sich sehr an HENKE und REYHER an, doch geht er etwas näher auf das Hüftgelenk ein. Uns interessiren hier besonders folgende Angaben: „Der convexe Schenkelkopf zeigt eine bedeutende Abflachung an der Stelle des Umbo und eine rinnenförmige Vertiefung im Verlaufe des Ligamentum teres“ (S. 202). Das erste Entwicklungsstadium des Bandes findet er bei einem 15 mm langen Kaninchenembryo, durch histologische Sonderung aus der Zwischenzone hervorgegangen.

Da meine jüngsten thierischen und menschlichen Embryonen ungefähr dieselbe Entwicklung darboten, kann ich mich auf die Schilderung der letzteren beschränken. Bei dem kleinsten Embryo von nicht ganz 30 mm Steiss-Scheitellänge und noch vollständig knorpeligem Hüftbein und Femur (also wohl Ende des zweiten Monats) ist das Hüftgelenk in allen seinen wesentlichen Bestandtheilen schon vorgebildet, entbehrt jedoch noch vollständig der Gelenkspalte. Auch die Gewebe, die das Gelenk zusammensetzen, sind schon differenzirt. Die Gelenkpfanne sowohl wie der Femurkopf bestehen aus runden oder vielmehr polyedrischen Knorpelzellen mit grossem, stark granulirtem Kern und wenig Zwischensubstanz. Gegen die Epiphysengrenze des Femur zu ordnen sich die Knorpelzellen in querer Richtung. In der Diaphyse werden sie grösser und zeigen zwischen sich viel hyaline Zwischensubstanz. Da wo in der Gegend der späteren Gelenkspalte die beiden Knorpel an einander stossen, liegen 4 bis 5 Zellenreihen bedeutend dichter, mit abgeplattetem Kern. Dadurch entsteht bei schwacher Vergrösserung in gefärbten Präparaten ein dunkler Streif, welcher der Gelenkspalte entspricht. Von der medialen Seite aus schiebt sich zwischen Femur und Pfanne das Ligamentum teres ein [s. Fig. 1]. Dieses ist an der Eigenart seiner Zellen leicht zu erkennen. Ihre Kerne liegen nämlich dicht gedrängt, sind spindelförmig in die Länge gezogen und alle parallel gegen den Kopf hin angeordnet.

Es sind dies Ergebnisse, welche mit den von BERNAYS[1]) am Kniegelenk gefundenen Thatsachen im wesentlichen übereinstimmen. Von einer Zwischenzone (HENKE und REYHER l. c.) ist nicht mehr die Rede. Wenigstens stossen im weitaus grössten Theile des Gelenkes, lateral und oben, beide Knorpel direct an einander, oder genauer, gehen in einander über. Die Grenze zwischen ihnen ist nur durch die erwähnte Lage von dicht angeordneten, abgeplatteten Knorpelzellen angegeben, wobei man vielfach nicht genau entscheiden kann, wie viel

[1]) Die Entwicklungsgeschichte des Kniegelenks. Morph. Jahrb. Bd. IV.

dem einen und wie viel dem anderen Knorpel angehört. Die Knorpel sind von einer stärker gefärbten perichondralen Schicht umgeben. Diese besteht aus in mehreren Reihen angeordneten Zellzügen, die sich durch einen abgeplatteten granulirten Kern und trübes Protoplasma auszeichnen und nach innen ganz allmählich in die Knorpelzellen übergehen. Die Form des Gelenkes ist schon typisch. Der Knorpel des Hüftgelenks bildet eine fast halbkugelige Pfanne. An den Rand dieser Pfanne schliesst sich schon der Vorläufer des Limbus cartilagineus an, indem hier die Zellen sich dichter anordnen, spindelförmige Kerne zeigen und ein auf dem Querschnitte dreieckiges Gebilde constituiren, welches zum Knorpel der Pfanne einen ganz continuirlichen Uebergang zeigt. Die perichondrale Zone zieht über den Limbus cartilagineus hinweg. Auch das Caput femoris zeigt schon seine Kugelgestalt, wie auch Andeutungen der Trochanteren vorhanden sind. Der Femurkopf liegt jedoch in der Längsrichtung des Schaftes und von einem Halse ist nichts zu erkennen. Die Kugelgestalt des Kopfes ist an einer Stelle, innen unten, unterbrochen, indem ein Segment weggenommen ist. Es ist dies da, wo sich das Ligamentum teres einschiebt. Das Band ist, wie erwähnt, an seinen Zellen erkenntlich. Gegen die Pfanne zu sind die Kerne weniger dicht gestellt, das Gewebe wird lockerer und man sieht einige Gefässschlingen auftreten.

Die Hauptpunkte dieses ersten Stadiums sind demnach, dass das Ligamentum teres in loco angelegt wird und dass das Hüftgelenk überhaupt schon zu einer Zeit seine typische Gestalt besitzt, wo von einer Gelenkspalte oder von einer geordneten Muskelbewegung überhaupt noch keine Rede sein kann. Der Unterschied gegenüber den Befunden von Bernays am Knie im gleichen Stadium liegt nur darin, dass die Entwicklung am Hüftgelenk schon etwas weiter gediehen ist, was damit zu erklären ist, dass die proximalen Gelenke sich früher ausbilden als die distalen.

Das nächste Stadium der Entwicklung (Fig. 2) konnte ich an einem 34 mm langen Foetus beobachten. Der wesentlichste Unterschied gegenüber dem Stadium I besteht darin, dass jetzt eine Gelenkspalte aufgetreten ist. Der Foetus zeigt geringe Verknöcherung in der Diaphyse des Femur und die allerersten Anfänge derselben im Darmbein (also wohl Anfang des dritten Monats). Die Pfanne bietet dieselben Verhältnisse dar wie im vorigen Stadium, nur ist der Limbus cartilagineus jetzt deutlich differenzirt und kräftig ausgebildet, so dass er den Femurkopf rings umfasst. Das obere Ende des Femur ist jetzt deutlicher modellirt als in der vorigen Periode, indem die beiden Trochanteren scharf hervorspringen, namentlich aber dadurch, dass jetzt die erste Andeutung eines Halses auftritt. Der Hals ist allerdings nur in sehr stumpfem Winkel zum Schaft abgebogen, zeigt sich jedoch als Verbindungsglied zwischen Kopf und Schaft dadurch, dass die Wölbung

des Kopfes den Durchmesser des Halses allseitig überragt. Bemerkenswerth ist das starke Hervortreten des Trochanter minor um diese Zeit, worauf auch schon VARIOT[1]) aufmerksam macht. Die wichtigste Erscheinung in diesem Stadium ist jedoch, wie gesagt, das Auftreten der Gelenkspalte. Die Höhle ist sowohl zwischen den direct an einander liegenden Knorpeln des Darmbeins und des Schenkelbeins als auch zwischen Schenkelkopf und rundem Bande kenntlich. Sie tritt auf den einzelnen Schnitten in Gestalt feiner Spalten auf. Sie ist noch sehr gering und scheint sogar auf der einen Seite noch nicht das ganze Gelenk zu durchsetzen, da auf verschiedenen Schnitten die Knorpelzellen continuirlich neben einander liegen, ohne dass auch bei starker Vergrösserung ein Spalt zu erkennen wäre. Die Spalten scheinen zuerst in den lateralen Partien des Gelenkes und zwischen Ligamentum teres und Kopf aufzutreten und später zusammenzufliessen. In Bezug auf die Erklärung der Spaltbildung stimme ich vollständig mit BERNAYS[2]) überein. Die Spalten entstehen durch Dehiscenz in Folge der ersten Muskelcontractionen. Denn die Muskelfibrillen lassen jetzt überall abwechselnd einfach und doppelt lichtbrechende Substanz unterscheiden. Die Knorpel liegen sich bei der Spaltbildung nackt gegenüber, von einem chondrogenen oder gar einem Zwischengewebe ist hier keine Spur mehr vorhanden. Nur die zwei bis drei obersten Zellenlagen sind dichter angeordnet und zeigen in der Krümmungsfläche des Gelenks abgeplattete Kerne. Nur darin weiche ich von Bernays ab, dass sich bei der Spaltbildung die Knorpelflächen auch gleich glatt gegenüberliegen sollen. Ich fand mehrfach gerade da, wo der Spalt zwischen zwei Knorpeln am dünnsten ist oder sich auch vollständig verliert, nicht blos einzelne Zellen, sondern auch ganze Zellstränge von 5 und mehr Zellen sich von einem Knorpel abheben und gegen die beginnende Höhle vorspringen. Meist war es eine einfache, selten eine doppelte Zelllage, die so in das Gelenk vorragte. Die Zellen sind ganz dieselben wie die, welche die Oberfläche der Knorpel bilden, nur war ihr Kern z. T. weniger intensiv gefärbt; sonstige Degenerationserscheinungen waren nicht wahrnehmbar. Mir erscheint diese Wahrnehmung ebenfalls für eine Dehiscenz der Gelenkflächen zu sprechen. Es beweist dies eben, dass die Lösung nicht zwischen zwei bestimmten Zelllagen stattfindet, sondern dass gelentlich auch eine oder zwei Zellreihen zerrissen werden. Diese losgerissenen Zellen gehen wahrscheinlich später durch fortgesetzte Bewegungen im Gelenk zu Grunde, wenigstens sind sie weiter peripher, wo die Gelenkspalte grösser ist, wie auch in späteren Stadien nicht mehr zu finden. Dass sie eine

---

[1]) Développement des cavités etc.

[2]) Morph. Jahrb. Bd. IV.

5*

Verflüssigungsmetamorphose durchmachen, dafür fehlt jeder Anhaltspunkt.

Das Ligamentum teres ist dadurch, dass es rings von der Gelenkhöhle umgeben ist, deutlich als Band zu erkennen. Es imponirt durch seine ausserordentliche Stärke. Wie man auf dem Schnitt Fig. 2 sieht, ist es an seiner Insertion gut halb so breit wie der Durchmesser des Kopfes. Sein Gewebe hat sich gegenüber dem ersten Stadium stärker differenzirt, was sich besonders dadurch ausspricht, dass die Spindelgestalt sowohl am Kern als auch an der ganzen Zelle viel deutlicher geworden ist. Bei schwacher Vergrösserung unterscheidet man einen dunkelgefärbten dichteren Theil, welcher zunächst dem Kopfe liegt und in das primitive Kapselband übergeht, und einen helleren, gefässreichen Theil im Grunde der Pfanne. Der dunkelgefärbte Theil setzt sich bei stärkerer Vergrösserung aus äusserst dicht gedrängten spindelförmigen Zellen zusammen, deren Längsaxe der Richtung des Bandes parallel zieht. Gegen die Oberfläche zu verlieren die Kerne ihre Spindelgestalt, sehen mehr plattgedrückt aus und gleichen ganz den ihnen gegenüberliegenden embryonalen Knorpelzellen des Kopfes. An der Insertionsstelle des Bandes vollends findet ein ganz allmählicher Uebergang der Bindegewebs- in Knorpelzellen statt. Der helle Theil des Bandes besitzt nur spärliche spindelförmige Bindegewebszellen, dazwischen eine durchsichtige, homogene Zwischensubstanz in reichlicher Menge mit eingelagerten fibrillären Elementen. In diesem Gewebe liegen Gefässschlingen. Das ganze Gewebe erinnert sehr an das Unterhautbindegewebe zu dieser Zeit. Gegen den Pfannengrund ist es ziemlich scharf abgesetzt. Gefässschlingen dringen unter dem Schutze des Bandes an manchen Stellen bis an den Kopf heran, doch nirgends in denselben hinein. (Schuster[1]) fand bei einem 16 bis 18 Tage alten Kaninchenembryo Gefässe in den knorpeligen Gelenkkopf an der Insertionsstelle des Bandes eintreten.)

Dadurch dass gleichzeitig mit der übrigen Gelenkhöhle sich auch die Spalte zwischen Kopf und Band bildet, durchzieht das Band frei die Gelenkhöhle sofort bei ihrem Auftreten. Zur Bildung eines wandständigen Ligamentum teres, wie es Welcker (l. c.) vermuthete, kommt es also beim Menschen nicht mehr, und es ist demnach das von Hyrtl beobachtete Ligamentum teres sessile nicht als Persistenz einer foetalen Anlage, sondern als eine abnorme Bildung aufzufassen.

Ich habe schon erwähnt, dass das Ligamentum teres in diesem Stadium auffallend stark ist. Es scheint dadurch der Gelenkkopf förmlich nach hinten und oben aus der Pfanne getrieben. An der betreffenden Stelle ist der Limbus cartilagineus abgeflacht, ja auf

---

[1]) Zur Entwicklungsgeschichte des Hüft- und Kniegelenks. Mittheilungen aus dem embryol. Institut zu Wien Bd. I S. 205.

einigen Schnitten verursacht der Rand der Pfanne eine leichte Deformation des Kopfes.

Die nächste Stufe der Entwicklung konnte ich bei einem Embryo von 47 mm Steiss-Scheitellänge studiren (Fig. 3 u. 4). Die Veränderungen, die jetzt noch eintreten, sind ziemlich secundärer Natur. Die Configuration des Gelenkes gleicht schon ausserordentlich dem Zustande, wie wir ihn demnächst beim Neugeborenen zu beschreiben haben. Der Kopf ist wieder mehr in die Pfanne aufgenommen, womit eine theilweise Reduction des runden Bandes, namentlich in seinem lockeren Abschnitt verbunden ist. Dennoch ist das Ligamentum teres noch auffallend mächtig und erzeugt, wie aus den Abbildungen klar hervorgeht, eine starke Defiguration des Kopfes, an seinem Ansatz eine Grube und seinem Verlauf entsprechend eine Rinne. Die Gelenkhöhle erstreckt sich über die Stellen directer Berührung zwischen Kopf und Pfanne (bezw. Limbus cartilagineus) hinaus, abwärts am Kopfe ein Stück weit zwischen Perichondrium und Kapsel. Der Hals ist viel deutlicher als in der vorigen Entwicklungsperiode und gleicht ganz dem des Neugeborenen. Der Trochanter major ist jetzt entsprechend ausgebildet und überwölbt eine tiefe Fossa trochanterica. Die Verknöcherung im Schaft ist bis zum Abgang des Halses vorgeschritten. Die Epiphyse ist noch ganz knorpelig, doch dringen schon vielfach von der Umgebung des Halses aus, bes. an der lateralen und medialen Seite, Gefässcanäle in denselben ein. Vom Ligamentum teres dagegen geht kein Gefäss in den Kopf über. Die Vascularisation der Epiphysen beobachtete BERNAYS [1]) am Kniegelenk erst bei Embryonen von 10 bis 12 cm Steiss-Scheitellänge. Auch diese Erscheinung deutet darauf hin, dass die Entwicklungsvorgänge im Hüftgelenk in etwas früherer Zeit vor sich gehen als im Kniegelenk; doch ist sie insofern etwas auffallend, als bekanntlich in der unteren Epiphyse des Hüftgelenks früher ein Knochenkern auftritt als in der oberen. — Die Knorpelflächen, welche in der Gelenkhöhle einander gegenüber liegen, sind ganz glatt, nur hie und da findet man eine vereinzelte Zelle zwischen ihnen. Der Limbus cartilagineus ist verhältnissmässig kleiner, aber dichter als im letzten Stadium.

Die folgenden Zeiten der Entwicklung bis zur Geburt bieten wenig Interessantes mehr. Die Verknöcherung der Diaphyse schreitet weiter bis in den Hals hinein fort, ebenso die Vascularisation des Kopfes, ohne dass jedoch bis zur Geburt ein Knochenkern darin aufträte. Vom fünften bis sechsten Monat ab dringen auch vom Ansatzpunkte des Ligamentum teres aus einige Gefässe in den Kopf, ohne jedoch mit den vom Umkreis des Halses aus eingewucherten zu anastomosiren. Die Knorpelflächen sind, soweit sie sich direct gegenüberliegen, vollständig

[1]) Morph. Jahrb. Bd. IV.

glatt und nackt. Doch erstreckt sich die Gelenkhöhle noch weiter abwärts am Halse gegen die Trochanteren hin zwischen Perichondrium und Kapsel, wo sie schliesslich mit einer Ausbuchtung endet. Das runde Band wird verhältnissmässig etwas schwächer wie früher, ist aber immer noch recht kräftig und defigurirt den Kopf deutlich.

Beim Neugeborenen finden wir schliesslich folgende Verhältnisse. Der Oberschenkel ist ziemlich gebeugt und kann spontan nicht gerade gestreckt werden; auch mit Gewalt ist dies nicht möglich, ohne dass eine compensirende Lordose der Lendenwirbelsäule eintritt. Die Ursache davon ist bekanntlich die relative Kürze des Ligamentum ilio-femorale. Der Oberschenkel wird in Beugestellung angelegt, und daher die relative Kürze aller auf der Beugeseite gelegenen Theile. Hat man das Gelenk eröffnet und das Femur in die beim Neugeborenen normale Lage gebracht, so hat das Ligamentum teres eine prismatische Gestalt. Man unterscheidet eine vordere, eine hintere und zugleich obere und eine untere Kante. Die erste und letzte werden von den sehnenartigen Strängen gebildet, welche von den beiden Lippen der Incisura acetabuli entspringen, die hintere Kante entspricht der aus der Fossa acetabuli aufsteigenden Synovialduplicatur, welche die beiden Stränge umhüllt. Die drei Kanten ziehen parallel und gerade, nur ganz wenig convergirend zur Fossa capitis. Strecken wir jetzt den Oberschenkel, so erleiden die Kanten des Bandes eine leichte Torsion. Also auch das Ligamentum teres ist entsprechend der Beugelage des Oberschenkels angelegt. — Die Fossa capitis ist tief und von ihr zieht sich in der Richtung des Bandes (bei Foetalstellung des Gelenkes) eine Rinne gegen den Rand des Gelenkkopfes hin, so dass bei einem Schnitt durch das Gelenk parallel der Mitte des Ligamentum teres, die Kugelgestalt des Kopfes vom Ansatze des Bandes ab nach innen merklich alterirt ist. Durch die Fossa capitis ist von dem medialen Pol des Kopfes ein Kugelsegment abgeschnitten, so dass der Kopf beim Neugeborenen einer quer comprimirten Kugel oder einem quergestellten Cylinder gleicht. Auch Aeby[1]) hat dies schon erkannt, hält aber die Abweichung von der Kugelgestalt für zufällig. Der Hals ist noch lange nicht so scharf gegen den Kopf abgesetzt wie beim Erwachsenen und bildet mit dem Schaft einen weit stumpferen Winkel wie bei letzterem. Die Diaphysenverknöcherung reicht in die untere Hälfte des Halses hinein bis an den medialen unteren Umfang des Kopfes. Der Kopf selbst ist vielfach von Gefässcanälen durchzogen. Die Gefässe treten hauptsächlich in zwei Periostfalten, die von einer Synovialduplicatur umhüllt sind, an den Kopf heran. Die eine kommt von innen unten, vom Trochanter minor her, die andere von aussen oben, vom Trochanter major.

---

[1]) Die Umformung des Schulter- und Hüftgelenks. Deutsche Zeitschrift für Chirurgie Bd. VI S. 383.

Nur wenige Gefässchen, 3 bis 4, treten vom Ligamentum teres aus in den Kopf. Dieser zeigt ebensowenig wie der Trochanter major bei der Geburt einen Knochenkern.

Wenn das runde Band auch nicht mehr so mächtig ist wie beim Foetus, so ist es doch noch im Vergleich zum Erwachsenen stark. Der Querschnitt des Bandes verhält sich nach meinen Messungen zu dem des Kopfes wie 333:1000. Schon der jüngere SANDIFORT[1]) erkannte, dass das Ligamentum teres in früherer Zeit des Embryonallebens dicker sei als später, und HUMPHRY[2]) hat die Vermuthung ausgesprochen, dass das Band von der Foetalzeit ab bis zum erwachsenen Zustande relativ schwächer werde. WELCKER[3]) hat daraufhin Messungen gemacht und kam zu dem Resultate, dass das Band bis zur Geburt zunehme, von da ab aber schwächer werde. Meine Messungen bestätigen die Annahme HUMPHRY's, indem sie zeigen, dass von der Anlage bis zum vollendeten Wachsthum das Ligamentum teres im Verhältniss zu den übrigen Componenten des Hüftgelenks gleichmässig schwächer wird. Diese Abnahme geht constant vor sich, bis im Alter von 17 bis 18 Jahren das definitive Verhältniss ziemlich erreicht ist.

In Folge der Torsion, welche das Band von der Geburt ab bei den Bewegungen des Femur erleidet, verliert es mit zunehmendem Alter seine ursprüngliche prismatische Gestalt immer mehr, indem an der Insertionsstelle am Kopfe die drei Kanten confluiren. Nur bei ganz besonders kräftigen Bändern kann man beim Erwachsenen die ursprüngliche Gestalt noch deutlich erkennen. Durch die Torsion wird aber der von weichem Bindegewebe und Gefässen erfüllte Binnenraum des Bandes beeinflusst, indem er gegen die Fossa capitis zu allmählich vollständig obliterirt.

Häufig stehen jedoch die Rückbildungsvorgänge am Ligamentum teres auch im erwachsenen Zustande nicht still, sondern schreiten fort, bis es schliesslich in gar nicht seltenen Fällen zum vollständigen Schwunde des Bandes kommt, wie wir schon gesehen haben.

Fassen wir zum Schlusse dieser Untersuchungen über die Entwicklungsgeschichte des Ligamentum teres die Ergebnisse kurz zusammen, so erhalten wir folgende Resultate. Das Ligamentum teres wird beim Menschen (und bei Maus und Schaf) in loco aus dem embryonalen Bildungsgewebe angelegt, aus dem auch die Knorpel und der Limbus cartilagineus sich aufbauen. Es entsteht durch histologische Differenzirung des ursprünglich indifferenten Gewebes zu Binde- bezw. Sehnen-

---

[1]) Animadversiones de vitiis congenitis et de fracturis articulationis coxae. Leyden 1834; citirt nach von Ammon: Die angeborenen chirurgischen Krankheiten des Menschen 1842.

[2]) On the human skeleton including the joints.

[3]) Zur Anatomie des Ligamentum teres femoris. Zeitschr. f. Anat. u. Entw. 1878.

gewebe. Ein Stadium, wo das Band ausserhalb des Gelenkes liegt, wie wir es vergleichend anatomisch kennen gelernt haben, kommt beim Menschen höchstens in der allerersten Anlage vor, wo es eine Zeitlang scheinen könnte, als werde sich die Gelenkhöhle nur lateralwärts vom Ligamentum teres entwickeln. Das Stadium eines wandständigen Ligamentum teres bildet sich beim Menschen überhaupt nicht, sondern der Gelenkspalt tritt gleichzeitig rings um das Band herum auf, so dass es sofort frei das Gelenk durchzieht. Damit steht vollständig im Einklang der Umstand, dass es mir nicht gelungen ist, beim Menschen ein Wandern der Fossa capitis nachzuweisen in der Art, dass sie zuerst wandständig, dann mehr central liegt. Bei seinem ersten freien Auftreten in der Gelenkhöhle ist das Ligamentum teres sehr mächtig, sein Querschnitt ist gut dem halben Durchmesser des Kopfes gleich. Von da ab tritt eine stetige relative Reduction des Bandes ein, so dass es bei der Geburt noch etwas über ein Drittel des Kopfdurchmessers breit ist. Nach der Geburt schreitet die Reduction immer weiter. Begünstigt wird sie jetzt vor allem durch die mit der Streckbewegung eintretende Torsion des Bandes. Dadurch geht die beim Neugeborenen noch prismatische Gestalt in die spätere pyramidenförmige über. Es verödet das weiche gefässhaltige Bindegewebe im Innern des Bandes, zunächst am Kopfe, und später tritt auch hier zuerst Schrumpfung der sehnigen Elemente auf, die bis zu vollständigem Schwund führen kann. Daraus folgt aber, dass das Fehlen des Ligamentum teres beim Menschen nicht als angeborene Bildungsanomalie aufzufassen ist, wie dies von verschiedenen Seiten geschehen ist (Sandifort, Paletta, Ammon). Auch ist mir kein Fall bekannt von Mangel des Bandes bei einem Kinde oder gar einem Neugeborenen. — Gerade umgekehrt sind die Veränderungen, welche das Gelenkende des Femur von der Geburt bis zur vollendeten Entwicklung eingeht. Der Hals modellirt sich immer schärfer, indem er immer mehr von der Wölbung des Kopfes überragt wird; der Winkel, in dem er sich an den Schaft ansetzt, wird immer weniger stumpf. Die Defiguration, welche am Kopfe durch die Fossa und die davon ausgehende Rinne erzeugt wird, nimmt immer mehr ab, da die Grube relativ seichter wird und die Rinne schliesslich ganz verschwinden kann. Der Kopf wird so zur Halbkugel, ja entfernt sich schliesslich nach der entgegengesetzten Seite wie beim Neugeborenen von der Kugelform. Der Rest der Rinne des Ligamentum teres nimmt bei gewöhnlicher Haltung des Beines, beim Stehen, das Band nicht mehr auf, sondern weicht nach hinten in spitzem Winkel ab. Die Erklärung dafür giebt uns die Entwicklungsgeschichte, welche zeigt, dass das Ligamentum teres entsprechend der Beugelage des Femur im Foetus angelegt wird. Bei dieser Haltung der Extremität entsprechen sich Band und Rinne. Bei der Streckung des Schenkels nach der Geburt bleibt die Rinne noch längere Zeit bestehen, manch-

mal bis zum erwachsenen Zustand. Eine neue Rinne in der nunmehr gewöhnlichen Haltung des Bandes bildet sich nicht, weil das Band schon so weit reducirt ist, dass es keinen Druck mehr auf den Kopf ausübt, sondern völlig in der Fossa acetabuli Platz hat. Alle diese Erfahrungen zusammengehalten sprechen wohl auch für die Functionslosigkeit des runden Bandes, wenigstens beim erwachsenen Menschen, ein Resultat, zu dem uns ja auch die vergleichend anatomische Untersuchung schon geführt hat. Näher zu begründen werden wir diese Ansicht später haben.

III. Gefässverhältnisse des Ligamentum teres.

Bekanntlich stellte SAPPEY [1]) im Jahre 1844 die Theorie auf, die Function des Ligamentum teres sei, die zum Schenkelkopf tretenden Gefässe zu beschützen. Und zwar formulirte er diese Ansicht folgendermassen: „Le ligament rond, dont on a longtemps cherché les fonctions, nous paraît avoir pour usage principal de protéger les vaisseaux qui se portent à la tête du fémur; il doit être considéré comme un canal fibreux inséré par l'une de ses extrémités autour de l'orifice par lequel ces vaisseaux pénètrent dans l'articulation et par l'autre autour de la dépression creusée au sommet de la tête du fémur dans laquelle ils plongent; c'est une sorte de gaîne qui assure l'intégrité de ces vaisseaux en supportant seule tous les efforts de traction produits par le déplacement de la tête fémorale. La couche adipeuse qui occupe l'excavation de la cavité cotyloïde est pour cette gaîne une sorte de coussinet qui a pour but de prévenir la compression des vaisseaux contenus dans son épaisseur. Tant de précautions prises par la nature ne semblent-elles pas indiquer l'importance de ce petit appareil vasculaire que les injections, même grossières, pénètrent facilement?"

Seitdem sind die Ansichten der Anatomen und Chirurgen über das Ligamentum teres als Leitband für die Gefässe getheilt, und es scheint, als sei auch heute noch keine Einigkeit erzielt.

Kurz nach SAPPEY erklärte HYRTL: [2]) „Dass das runde Band dem Schenkelkopf Ernährungsgefässe zuführt, ist unrichtig. Ich habe mich durch die subtilsten Injectionen überzeugt, dass die Arterien des Lig. teres, selbst bei Embryonen, nicht in die spongiöse Substanz des Schenkelkopfs eindringen, sondern an der Einpflanzungsstelle des Bandes schon capillar werden und durch Umbiegungsschlingen in die Venen umlenken." In seiner topographischen Anatomie [3]) wiederholt er dasselbe,

[1]) Traité d'anatomie T. I S. 653.

[2]) Beiträge zur angewandten Anatomie des Hüftgelenks. Zeitschrift der k. k. Gesellschaft der Aerzte zu Wien 1846 Bd. I S. 58.

[3]) Topogr. Anatomie Bd. II S. 607.

nur giebt er die Möglichkeit zu, dass bei jungen Embryonen Gefässe in den Kopf übergehen.

LUSCHKA[1]) dagegen sagt: „Im Gegensatz zu HYRTL muss ich die bestimmte Erklärung abgeben, dass ich im Innern des Bandes niemals Zweigchen der Art. obturatoria vermisst habe, welche ihren Weg durch Poren der Fossa capitis in die Substanz des Schenkelkopfs nehmen, während allerdings die seiner Synovialhülle angehörigen Gefässe im Umkreise jener Grube schlingenförmige Endbiegungen erfahren.“

Der einen oder anderen Ansicht schlossen sich die meisten Autoren an. Den Uebertritt von Gefässen in den Schenkelkopf leugnen mit Hyrtl NUHN[2]) u. A., während GEGENBAUR,[3]) KRAUSE,[4]) BEAUNIS und BOUCHARD,[5]) MOREL und DUVAL[6]) u. s. w. sich Sappey anschliessen. Eine vermittelnde Stellung nehmen HENLE[7]) und WELCKER[8]) ein. Ersterer lässt es unentschieden, „ob die Gefässe, welche das Ligamentum teres führt, mit den Gefässen des Schenkelkopfs communiciren oder nicht“. Letzterer suchte aus dem Vorhandensein oder Fehlen von kleinen Oeffnungen am macerirten Knochen, welche die Fossa capitis durchbrechen, zu bestimmen, ob und wie oft Gefässe aus dem runden Band in den Schenkelkopf übertreten. In $^1/_3$ der Fälle fand er gar keine Poren, aber auch in den übrigen $^2/_3$ muss „die Blutmenge, welche dadurch in den Schenkelkopf einzudringen vermag, ausserordentlich gering sein, so dass auch in diesen Fällen die Bedeutung des Bandes als „Gubernaculum vasorum“ kaum in Anschlag kommen dürfte.“ Bei Kindern und jugendlichen Individuen schienen ihm die Foramina ganz zu fehlen. Auch ich untersuchte die Fossa capitis auf das Vorhandensein von Poren und fand sie unter 28 Fällen 13 Mal fehlen. Wie ich das Ergebniss dieser Untersuchungen beurtheile, davon später.

Ausser diesen mehr beiläufigen Angaben besitzen wir aber in der Literatur zwei Arbeiten, welche sich genauer mit den Gefässverhältnissen des Ligamentum teres und des Schenkelkopfes überhaupt befassen, von WALBAUM[9]) und von LANGER.[10])

Bevor wir jedoch auf diese Arbeiten näher eingehen, ist noch eines Autors zu gedenken, der schon 20 Jahre vor Sappey eine ganz ähn-

[1]) Die Anatomie des Menschen Bd. II 1. Abth. S. 314.
[2]) Lehrbuch der praktischen Anatomie S. 179.
[3]) Lehrbuch der Anatomie des Menschen S. 299.
[4]) Handbuch der menschlichen Anatomie Bd. I S. 76 u. Bd. II S. 132.
[5]) Nouveaux éléments d'anatomie descriptive. Paris 1880 S. 175.
[6]) Manuel de l'anatomiste 1883 S. 264.
[7]) Handbuch der system. Anatomie Bd. I S. 128.
[8]) Ueber das Hüftgelenk u. s. w.
[9]) De arteriis articulationis coxae. Diss. Lipsiae 1855.
[10]) Ueber das Gefässsystem der Röhrenknochen. Denkschriften der Wiener Akademie Bd. XXXVI.

liche Theorie aufstellte. Ich meine PALETTA.[1]) Nachdem er zu dem Resultate gekommen war, dass der Zweck des Bandes nicht der sein kann, die Gelenkflächen in Contact zu halten, beschrieb er eine kleine Arterie, Ast der A. obturatoria, welche durch die Incisura acetubuli eindringt und dann in zwei Zweigchen zerfällt, eines für die Fossa acetabuli und eines für das Ligamentum teres. Auch erwähnt er, dass man diese Gefässe schon beim 7 bis 8 monatlichen Foetus präpariren könne. Sodann sagt er (S. 71): „Exposita sic ligamenti interioris structura, una cum observationibus pathologicis ad id attinentibus, statuendum esse apparet, munus ligamenti aliud non esse, quam illud, vasa nempe sanguinea intra funiculi caveam dirigere eaque protegere, ut nutrioni inserviant, tunc etiam abnormes capitis motus aliquo modo coërcere."

Die Gefässversorgung des Schenkelkopfes ist immer noch nicht genügend bekannt, obwohl wir eine gute Beschreibung von WALBAUM (l. c.) besitzen und auch WELCKER[2]) wieder darauf aufmerksam gemacht hat. Sehen wir zunächst von der zweifelhaften Blutversorgung durch das Ligamentum teres ab, so empfängt der Schenkelkopf seine Gefässe hauptsächlich von zwei Seiten, und zwar von oben aussen, von der Gegend des Trochanter major her, und von innen unten, vom Trochanter minor her. Die auf dem ersten Wege eintretenden Gefässe sind die stärkeren. Es dringt nämlich in der angegebenen Gegend ein Arterienstämmchen, das nach Welcker von der A. circumflexa med. kommt, durch die Pfanne hindurch und zieht, in eine longitudinale, der Richtung des Schenkelhalses parallele Periostfalte eingeschlossen, gegen den Rand des überknorpelten Schenkelkopfes vor, und tritt in mehrere Zweigchen getheilt in denselben ein. Nach Welcker findet man an dieser Stelle 6 bis 12 Foramina nutritia von ca. 1 □ mm Querschnitt. Die von unten innen herkommenden Gefässe sind etwas schwächer. Sie stammen gewöhnlich von der A. obturatoria. Das Stämmchen dringt etwa in der Mitte zwischen Trochanter minor und Schenkelkopf durch die Kapsel hindurch und steigt dann in eine starke Periostfalte gehüllt gegen den Kopf auf, den es mit mehreren Zweigchen durchsetzt. Walbaum konnte diese Gefässe bis über die Mitte des Schenkelkopfes hinaus makroskopisch präpariren. Ich möchte hier noch besonders auf die Periostfalten aufmerksam machen, welche die Gefässe zum Kopfe leiten. Sie sind immer deutlich, namentlich ist die innere oft sehr kräftig entwickelt und von dem darunterliegenden Knochen abgehoben, mit dem sie dann nur noch durch eine Synovialduplicatur zusammenhängt, ein Verhältniss, das in gewissem Sinne an das Ligamentum teres erinnert. Beide Periostfalten sind in demselben Meridian des Kopfes

---

[1]) Exercitationes pathologicae. Mediolani 1820.

[2]) Ueber das Hüftgelenk u. s. w. Zeitschr. f. Anat. u. Entw. 1876.

angeordnet; es ist dies derjenige Meridian, in welchem beim aufrechten Stehen auch das Ligamentum teres verläuft.

Die bis jetzt beschriebenen Gefässe kann man an allen nur einigermassen gut injicirten Leichen erkennen und bequem bis zu ihrem Eintritt in den Kopf präpariren.

Ueber die durch die Incisura acetabuli in das Gelenk eintretenden Gefässe steht jedenfalls so viel fest. Das Arterienstämmchen kommt von der A. obturatoria oder circumflexa med., vielleicht am häufigsten von einer Anastomose dieser beiden Arterien, die gerade an der Incisura liegt. Es tritt in der Tiefe der Incisura unter dem Ligamentum transversum ein und theilt sich nach kurzem Verlaufe in eine A. acetabuli und in eine A. ligamenti. Erstere, die etwas stärker ist, zieht zu dem fetthaltigen Bindegewebe der Fossa acetabuli und endet schliesslich mit einigen Zweigchen im Knochen des Pfannenbodens. Die A. ligamenti steigt zwischen den sehnigen Bestandtheilen des Bandes und der Synovialduplicatur zur Fossa capitis auf und giebt dabei mehrere Zweigchen ab, welche sich in der Synovialduplicatur verästeln. Directen Uebertritt durch die Fossa capitis in die Substanz des Kopfes konnte Walbaum nur einige Mal durch Injection nachweisen. Mehrfach versagten die Injectionen. Ich konnte auf dem Querschnitt des Bandes an seiner Ansatzstelle auch an gut injicirten Leichen niemals mehr den Querschnitt von Arterien erkennen.

Langer [1]) untersuchte gelegentlich seiner Arbeit „Ueber das Gefässsystem der Röhrenknochen“ auch diesen Punkt genauer und kam zu folgendem Ergebniss. Bei Kindern ist constant ein Zweig der A. obturatoria nachweisbar, welcher durch das Ligamentum teres hindurch in den „noch knorpeligen“ Gelenkkopf eintritt und in den Knorpelcanälen des Kopfes Aeste abgiebt, welche den Zweigen jener Arterien entgegenziehen, die am Rande der Gelenkfläche eindringen. Eine Anastomose dieser verschiedenen Zweige tritt erst mit der Bildung des Verknöcherungspunktes ein. Dann fährt er fort: „Auch bei älteren Kindern und selbst bei Erwachsenen ist es mir einige Male gelungen, durch das Ligament durchlaufende Arterien zu injiciren.“ Auch den Austritt von Venen konnte er durch Injection in die Spongiosa des Kopfes nachweisen, aber erst dann, wenn die anderen Abzugswege des venösen Blutes künstlich verschlossen waren. Langer hält den Uebergang von Gefässen in und aus dem Schenkelkopf für typisch und für den Bildungsvorgang des Knochens für höchst wichtig. „In der überwiegend grösseren Mehrzahl der Fälle bleiben die Blutbahnen im Bande gewiss (auch später) offen, bald enger, bald weiter; darnach richtet sich dann die Menge und Weite der Gefässöffnungen im Umbo.“

---

[1]) l. c. S. 22—24.

Ich untersuchte eine Reihe von Foeten verschiedenen Alters und Kinder bis zum vierten Lebensjahre an Serienschnitten durch das Gelenk, bezw. das Ligamentum teres und seinen Ansatzpunkt, auf die Gefässverhältnisse und kann darnach Folgendes sagen. Beim ersten Auftreten des Bandes (Stadium I des vorigen Kapitels) ist von Gefässen im Ligamentum teres keine Rede, dagegen sind in der Fossa acetabuli einige Gefässschlingen zu erkennen. Im Stadium II (34 mm Steiss-Scheitellänge) werden an mehreren Stellen des lockeren Bindegewebes gegen die Fossa acetabuli zu Gefässchen getroffen (s. Fig. 2), die an einer Stelle auch bis an die Knorpelzellen des Kopfes hervorragen, ohne jedoch in denselben einzudringen. SCHUSTER[1]) sah, wie schon früher erwähnt, bei 16—18 Tage alten Kaninchenembryonen Gefässe in den Kopf eindringen. Im III. Stadium (47 mm) sind die Gefässe in der Fossa acetabuli und am Gelenkkopf noch deutlicher, aber in den Kopf selbst dringen vom Ligamentum teres aus keine Gefässe ein. Dagegen sieht man jetzt schon von der medialen und lateralen Seite des Halses aus, an denselben Stellen wie beim Erwachsenen, Canäle im Knorpel und darin Gefässe (Fig. 3 u. 4). Die Mehrzahl dieser Gefässe zieht abwärts zum Femurschaft in den Verknöcherungskern der Diaphyse, einige steigen jedoch auch zum Kopfe auf. In den folgenden Monaten des Foetallebens schreitet die Vascularisation des Kopfes weiter, aber erst bei Foeten von 12 cm Länge sah ich Gefässe in den Kopf eintreten und zwar in zwei Canälchen, später im 7. Monate zählte ich 3 bis 4 Zweigchen. Es sind immer bedeutend weniger, als von den Seiten her eindringen. Beim Neugeborenen ist im Kopfe noch kein Knochenkern vorhanden, dagegen ist der Knorpel stark vascularisirt, wie sich an Schnitten durch frische Präparate sehr hübsch auch makroskopisch demonstriren lässt. Legt man mehrere Schnitte durch die Fossa capitis, entsprechend der Richtung des Ligamentum teres, so kann man auch hier und da ein Gefässchen eindringen sehen. Die oben beschriebenen Periostfalten, welche auf den Seiten die Gefässe zum Kopfe führen, sind auch beim Neugeborenen schon gut ausgebildet. Im Laufe des ersten Jahres legt sich ein Knochenkern im Kopfe an, und nunmehr anastomosiren die von verschiedenen Seiten in den Kopf übertretenden Gefässe mit einander, wie dies schon LANGER hervorhebt. Auch in den folgenden Jahren (bis zum vierten) fand ich constant einige Gefässchen von dem Ligamentum teres aus in den Kopf treten. Spätere Stadien konnte ich mikroskopisch nicht mehr untersuchen. Dass ich beim Erwachsenen an der Insertionsstelle des Bandes keine injicirten Gefässe fand, ist schon erwähnt.

Auf Grund meiner Untersuchungen habe ich mir folgende Ansichten

[1]) Zur Entwicklungsgeschichte des Hüft- und Kniegelenks.

über die Gefässverhältnisse des Ligamentum teres gebildet. In Bezug auf die Gefässe verhält sich das runde Band wie ein Abschnitt der Gelenkkapsel, indem es Gefässe zum Schenkelkopf führt wie die Periostfalten an der medialen und lateralen Seite des Halses. Doch hat es eine mehr untergeordnete Bedeutung wie diese, was daraus hervorgeht, dass die Zahl der Gefässe geringer und der Zeitpunkt des Uebertritts eine viel späterer ist, als bei den direct von der Kapsel kommenden Gefässen. Auch LANGER hält die Gefässe des Bandes nur so lange für unentbehrlich, als sich noch kein Knochenkern, bezw. Anastomose mit den übrigen Gefässen des Kopfes gebildet hat. Bis dahin und noch einige Zeit später treten auch, wie wir gesehen haben, constant Gefässe durch die Fossa capitis ein. Ob aber auch nur bis zur Bildung des Knochenkerns diese Gefässe absolut nothwendig sind, scheint mir noch nicht völlig sicher. Untersuchungen am Igel könnten da vielleicht entscheidend sein, wenn es nämlich gelänge nachzuweisen, dass auch hier Gefässe während des Bestehens des Ligamentum teres in den Kopf eindringen. Bei meinen Foeten, die doch ein ziemlich vorgeschrittenes Stadium repräsentiren, war dies unmöglich.

In Bezug auf ihre Gefässe haben sowohl das runde Band als auch die mehrfach erwähnten Perioststreifen dieselbe Bedeutung, nämlich diese auf ihrem Weg zum Femur zu schützen. Ich will damit nicht sagen, dass ich dies als die Function des Ligamentum teres betrachte, sondern nur einen neuen Beweis für die Richtigkeit der Anschauung beibringen, dass das Band einen Kapseltheil darstelle. Später schwinden sicher in einer grossen Zahl von Fällen die Gefässe, denn jedenfalls werden sie zuerst von der Atrophie ergriffen, welche sich so oft am Ansatzpunkte des Bandes einstellt. Schon die Torsion, welche das Band beim Stehen und Gehen erleidet, ist gewiss für die Gefässe nicht günstig. Auch habe ich beim Erwachsenen nur in der Hälfte der Fälle Gefässöffnungen in der Fossa capitis gefunden. Ob aber diese noch immer von Gefässen durchzogen waren, ist zweifelhaft, denn es können sehr wohl die Gefässcanäle auch noch einige Zeit nach der Obliteration der Gefässe bestehen, ganz abgesehen von den Fällen, wo das Ligamentum teres beim Erwachsenen fehlt.

Es führt uns also auch die Betrachtung der Gefässverhältnisse zu der Auffassung des Bandes als eines Kapselabschnittes. Vielleicht darf man auch aus der geringen Zahl und der späten Zeit des Eintritts dieser Gefässe auf die Bedeutungslosigkeit dieser Apparates überhaupt schliessen. Jedenfalls ist die Blutzufuhr durch das Ligamentum teres beim Erwachsenen völlig belanglos, wenn sie überhaupt stattfindet.

IV. Function und Theorie.

Bis jetzt haben wir nur die morphologische Bedeutung des Ligamentum teres zu ermitteln gesucht, über die Function desselben haben wir uns nur nebenbei ausgesprochen. Deshalb müssen wir im Folgenden dieser Frage näher treten, zumal gerade über die Function des runden Bandes die verschiedensten, z. T. sich völlig widersprechenden Ansichten aufgestellt worden sind. Ehe ich aber darauf eingehe, möchte ich zeigen, dass meine morphologische Erklärung des Ligamentum teres keineswegs ganz neu ist, sondern, wenigstens theilweise, von anderen Autoren mehr oder minder deutlich ausgesprochen worden ist. Im Anschlusse daran werde ich die anderen Ansichten über die morphologische Bedeutung des runden Bandes kurz erwähnen.

WELCKER[1]) war der erste, der auf Grund einer Reihe von Untersuchungen, die schon früher erwähnt sind, zu der Annahme kam, dass das Ligamentum teres von der Kapselwand aus in das Innere des Gelenkes einwandere. Er brachte dafür eine Anzahl von Belegen aus der vergleichenden Anatomie bei (Tapir, Seehund) und glaubte, dass auch die ontogenetische Entwicklung beim Menschen eine ähnliche sei. Dass letzteres nicht zutrifft, haben wir bereits gesehen. Warum aber das Ligamentum teres einwandere, giebt WELCKER nicht an. Er sagt nur: „Ich sehe das Treibende bei der Bildung des Ligamentum teres in den einrückenden Fasern der äusseren, fibrösen Schicht der Kapsel" (l. c. S. 79). Ihm schloss sich GEGENBAUR[2]) an, der die WELCKER'sche Ansicht erweiterte und folgendermassen formulirte: „Das Ligamentum teres erscheint nicht als der Rest einer ursprünglichen Continuität beider Contactflächen des Hüftgelenkes, sondern vielmehr als ein ursprünglich ausserhalb des Gelenkes liegender Apparat, der erst mit der bei den Vögeln und Säugethieren verlorenen, annähernd transversalen Stellung des Femur in das Gelenk mit einbezogen wird und sich, wohl unter dem Einfluss der Rotationsbewegungen des Femur, aus dem parietalen Zusammenhang löst." Eigene Untersuchungen darüber sind, so viel ich weiss, von GEGENBAUR nicht vorgenommen worden, dagegen wird durch meine Beobachtungen diese Theorie in ihrem ganzen Umfange bestätigt.

Diese Einwanderungstheorie vertritt auch SUTTON,[3]) doch sucht er zugleich nachzuweisen, dass das Ligamentum teres die ursprünglich extracapsulär gelegene Sehne des M. ambiens sei, die allmählich in das Gelenk aufgenommen werde. Sutton hat sich bekanntlich in mehreren

[1]) Ueber das Hüftgelenk. Zeitschr. f. Anat. u. Entw. 1876.
[2]) Lehrbuch der Anatomie des Menschen S. 272.
[3]) The ligamentum teres. Journal of Anat. and Phys. Vol. XVII.

Arbeiten[1]) bemüht, eine ganze Reihe von Bändern auf Muskelsehnen zurückzuführen. In der grössten Zahl der Fälle hat er auch sicher recht, in der Auffassung des Ligamentum teres kann ich ihm jedoch nicht beistimmen. Sutton will nachweisen, dass das Ligamentum teres „is nothing more than the tendon of the pectineus muscle, separated from it in consequence of skeletal modifications“. Bezüglich der Einwanderung stellt er folgende Reihe auf: Hatteria, Struthio, Equus, Homo. Bei Hatteria soll der M. ambiens, der nach dem Autor dem M. pectineus der Säugethiere entspricht, mit zwei Sehnen entspringen, mit der einen an der Spina lateralis pubis, mit der andern am Kopfe des Femur. Ich habe schon früher darauf hingewiesen, dass letztere der vordere Schenkel des Ligamentum accessorium ventrale ist, der zufällig bei Hatteria denselben Ursprung hat wie der M. ambiens. Ein Blick auf Figur 10 macht dies sofort klar. Bei den übrigen Reptilien variirt, wie wir durch Gadow[2]) wissen, der Ursprung der M. ambiens sehr, die Anordnung der Gelenkbänder bleibt dieselbe. Einen Strauss konnte ich nur im Skelet untersuchen, wo er eine sehr tiefe Fossa capitis zeigt. Auffallend ist jedoch, dass Rhea, Emu und Casuar wohl einen M. ambiens, aber keine Fossa capitis besitzen. Auch Gadow[3]) erwähnt nichts davon, dass bei Struthio die Ursprungssehne des M. ambiens die Fortsetzung des Ligamentum teres sei. Was das Pferd betrifft, so habe ich schon gezeigt, dass der vom Bauche zum Hüftgelenk ziehende Sehnenstrang vom eigentlichen Ligamentum teres zu trennen ist, das daneben kräftig entwickelt ist. Ferner entspricht der M. pectineus der Säugethiere nicht dem M. ambiens der Reptilien und Vögel (Gadow[3]), Paterson[4])) und vollends nicht der des Pferdes, der ein complicirtes Gebilde ist, das sich aus zwei Muskeln zusammensetzt. Nur darin stimme ich mit Sutton überein, dass der bei Hatteria beschriebene Strang einen Theil des späteren Ligamentum teres bildet und als solcher in das Gelenk einwandert. Ich wäre auf die Theorie Suttons nicht so genau eingegangen, wenn sie nicht in verschiedene Lehrbücher aufgenommen worden wäre. So schreibt Testut[5]): „Nous le voyons (le ligament rond) encore chez quelques vertébrés inférieures, notamment chez l'autruche et chez le sphenodon se continuer directement avec un corps musculaire qui est l'homologue de notre pectiné.“

[1]) The nature of ligaments. Journal of Anat. and Phys. Vol. XVIII, XIX u. XX.

[2]) Beiträge zur Myologie der hinteren Extremität der Reptilien. Morph. Jahrb. Bd. VII.

[3]) Zur vergleichenden Anatomie der Musculatur des Beckens und der hinteren Gliedmassen der Ratiten. Jena 1880.

[4]) The pectineus muscle and its nerve-supply. Journal of Anat. and Phys. Oct. 1891 S. 43.

[5]) Traité d'anatomie humaine. T. I. 1890.

DEBIERRE[1]) vollends sagt: „ce n'est que le tendon d'un muscle pelvi-femorale disparu."

Auch MORRIS[2]) schliesst sich der Sutton'schen Theorie an, will aber daraus auch die Function des Ligamentum teres erklären. Bei Struthio und Equus würde durch die Conctration des M. ambiens bezw. pectineus das Band gespannt und so eine Aussenrotation mit Abduction bei der Beugung des Oberschenkels verhindert. Das Band hemmt also gerade die Bewegung, welche durch die Contraction des Muskels erzielt wird. Beim Elephant und Seehund kann nach Morris das Band fehlen, weil die Bewegung, die es hemmt, bei diesen Thieren unmöglich ist.

Nach BUISSON[3]) ist es: „simplement un ligament intra-articulaire, destiné à unir les surfaces articulaires et à les maintenir dans leurs rapports naturels". Es ist nur dann nothwendig und vorhanden, wenn die Pfanne lateralwärts sieht. Bei nach abwärts gerichteter Pfanne, wie sie nach BUISSON bei Elephant, Orang und bei den Sauriern vorkommt, wird die Körperlast direct auf die Extremitäten übertragen und so der Contact der Gelenkflächen erhalten. Diese Ansicht ist gar nicht haltbar. Denn erstens sieht beim Orang und bei den Reptilien die Gelenkpfanne nicht nach abwärts, zweitens wird dadurch nicht das Fehlen bei vielen Säugethieren mit sonst normalem Gelenke erklärt und drittens ist das wandständige Ligamentum teres gar nicht beachtet.

Ausser diesen allgemeinen Theorien über das Ligamentum teres sind noch mehrfach Hypothesen aufgestellt worden, welche das Fehlen des Bandes, namentlich beim Elephant und Orang, erklären sollten. Schon OWEN[4]) brachte den Mangel des Bandes beim Elephant und Megatherium in Beziehung zur Lage der Gelenkflächen, indem hier die Pfanne von oben her den Schenkelkopf umfasse und ihn nicht seitlich aufnehme wie bei den übrigen Säugethieren. SAVORY[5]) fügt dem noch hinzu, das Band könne hier fehlen, weil das Körpergewicht direct auf das Centrum des Gelenkes übertragen werde. Die Thatsache ist richtig, aber die Erklärung falsch. Nicht weil es hier zur Uebertragung der Körperlast überflüssig ist, fehlt das Band, sondern weil Pfanne und Kopf die ursprünglichen Lagebeziehungen beibehalten haben, ist es nicht zur Einwanderung des Bandes gekommen. HUMPHRY[6]) sagt: „Wenn die untere Extremität senkrecht vom Becken absteigt oder sich etwas nach aussen neigt, fehlt das Band, wie beim Elephanten, Seehund

[1]) Traité élémentaire d'anatomie 1890, T. I S. 217.

[2]) The ligamentum teres. British med. Journal 1882.

[3]) Contribution à l'étude des fonctions du ligament rond. Thèse de Bordeaux 1888.

[4]) On the osteology of the Chimpanzee and Orang.

[5]) On the ligamentum teres. Journal of Anat. and Phys. Bd. VIII.

[6]) On the human skeleton 1858.

und bei der Schildkröte.[1]) Für letztere beide Thiere stimmt die Erklärung, aber nimmermehr darf mit ihnen der Elephant zusammengestellt werden und noch weniger der Orang. Die Pfanne des Orang unterscheidet sich von der der übrigen Quadrumanen gar nicht, wie das OWEN[2]) richtig hervorhebt, der deshalb auch nach einer anderen Erklärung sucht und den Mangel des Bandes beim Orang „zweifellos“ in Beziehung zu der unverhältnissmässigen Kürze seiner hinteren Extremitäten treten lässt. Durch das Fehlen des Bandes sei einerseits eine grössere Beweglichkeit des Hüftgelenks, namentlich bei der Innenrotation, möglich, andrerseits sei dadurch der schwankende Gang der Thieres bedingt, wenn es sich auf zwei Beinen fortbewegt. Wir wissen, dass das Ligamentum teres dem Orang in der Regel fehlt, weil es nicht mehr zur Anlage kommt oder frühzeitig resorbirt wird, und dass der wackelige Gang durch den Bau des Fusses verursacht wird.

Alle übrigen Theorien beschäftigen sich nur mit der Function des Ligamentum teres beim Menschen. Eine grosse Zahl derselben können wir unter dem Namen der mechanischen Theorien im Zusammenhang besprechen. Darnach soll nämlich das Ligamentum teres entweder bei der Uebertragung der Körperlast auf die Beine in Wirksamkeit treten oder es soll die Bewegungen des Oberschenkels in gewissem Sinne beeinflussen. Alle diese Hypothesen wurden entweder auf die Lage des Bandes überhaupt gegründet oder auf die Beobachtung, dass das Ligament sich bei gewissen Bewegungen des Femur stark anspanne, oder dass nach seiner Durchtrennung bestimmte Bewegungen an Excursion gewinnen. Nach GERDY[3]) soll das Band die Adduction des Oberschenkels hemmen, eine Ansicht, die auch die Gebrüder WEBER[4]) aufstellen. Letztere sagen: „Wenn man aufrecht steht und die Beine einander zu nähern sucht, so bemerkt man, dass man zwar beide Kniee zur Berührung bringen, aber ohne sie zu beugen nicht fest aneinander pressen kann, dass dieses aber sogleich mit grosser Leichtigkeit geht, sobald man das Hüftgelenk etwas beugt. Der Umfang der Adduction ist nämlich in der gebogenen Lage des Hüftgelenks grösser, so dass die Beine alsdann nicht nur völlig einander genähert, sondern auch übereinander geschlagen und gekreuzt werden können. Sie wird aber bei zunehmender Streckung immer kleiner und geht bei aufrechter Stellung sehr wenig über die senkrechte Lage des Beines hinaus. Diese Beschränkung der Adduction in der gestreckten Lage des Körpers wird durch zwei Bänder, das Ligamentum superius und das **Ligamentum teres**,

[1]) Aber nicht, weil dann die hinteren Extremitäten weniger vom Körpergewicht zu tragen haben, denn die Fledermäuse besitzen das Band (Humphry, Journ. of Anat. and Phys. Vol. III S. 312).

[2]) On the osteology of the Chimpanzee and Orang.

[3]) Étude sur la marche. Journal de Magendie 1829.

[4]) Mechanik der Gehwerkzeuge.

bewirkt, die sich am Hüftgelenk diametral gegenüber liegen. Es ist dies an einem Durchschnitt des Beckens deutlich, der der Ebene parallel ist, in welcher jene Bewegung geschieht. Man sieht alsdann, dass beide Bänder parallel der Durschschnittsebene laufen und beide nur durch die Annäherung der Knochen in dieser Ebene gespannt werden können. — Die Beschränkung der Adduction des Schenkels oder der seitlichen Bewegung des Hüftgelenks, welche vom Ligamentum teres und Ligamentum superius herrührt, ist darum für das Gehen von grosser Wichtigkeit, weil der Schwerpunkt des Körpers, welcher in die Mitte zwischen beide Oberschenkel fällt, bei dieser Bewegung bald von dem einen, bald von dem andern Kopfe allein unterstützt und alsdann nur theilweise getragen wird; der nicht getragene Theil der Körperlast würde daher den Rumpf nach innen und unten um den Schenkelkopf drehen, und folglich fallen, wenn nicht jene Bänder durch ihre Spannung diese Drehung verhinderten."

Eine ähnliche Ansicht vertreten Turner [1]) und Savory. [2]) Letzterer geht von der Vorbedingung aus, dass das Ligamentum teres beim aufrechten Stehen sowohl auf beiden Beinen, als auch besonders auf einem Beine gespannt ist. Diese Thatsache will er durch die in ihrem Grunde trepanirte Pfanne beobachtet haben. Das Band sei demnach am stärksten gespannt, wenn das Hüftgelenk die grösste Last zu tragen habe (beim Stehen auf einem Fusse). Die Hauptfunction des Bandes sei deshalb, zu starken Druck zwischen dem oberen Theil des Acetabulum und der entsprechenden Fläche des Kopfes zu verhindern. Das Resultat davon ist dann: „When the person is erect the body partly hangs upon the Ligamentum teres."

Gegen diese Ansicht trat Humphry [3]) auf, indem er die Voraussetzung bestritt, auf die sie gegründet war. Vor ihm hatte aber schon Struthers [4]) ähnliche Beobachtungen gemacht und war zu folgendem Ergebniss gekommen: „The function and the only function of the ligamentum teres is to check rotation outwards in the flexed position." Beide Autoren stützen ihre Ansicht nicht nur durch directe Beobachtung, sondern auch durch nachstehende Folgerung. An die Grube zur Insertion des runden Bandes schliesst sich noch eine kleine mehr oder minder deutliche Rinne an, welche nach hinten unten gerichtet ist. Diese Rinne soll durch den Druck des Ligamentum teres auf den Kopf entstehen, und das Band hätte demnach die grösste Spannung, wenn es in dieser Grube liegt. Dies ist aber bei mittlerer Beugung von etwa 45° der Fall. Doch die Beugung allein genügt noch nicht, um

[1]) Human Anatomy and Physiology. Edinburgh 1857 S. 42.
[2]) On the ligamentum teres. Journ. of Anat. and Phys. Vol. VIII.
[3]) On the human skeleton including the joints 1858 und Journal of Anat. and Phys. Vol. VIII S. 295.
[4]) On the true function of the round ligament of the hip-joint. Lancet. 1863.

6*

das Band zu spannen, es muss noch Adduction oder Aussenrotation des Femur hinzukommen. Demnach wäre die Function des Bandes, bei mittlerer Beugung verbunden mit Adduction oder Aussenrotation, einen Theil des Körpergewichts zu tragen.

Auch H. MEYER[1]) schliesst sich dieser Auffassung an: „Die Richtung der Rinne (des Schenkelkopfes) ist dieselbe wie diejenige der Axe des Femurhalses. Es ist keinem Zweifel unterworfen, dass die Rinne ihre Entstehung dem Seitendruck des gespannten Bandes verdankt, und es ist daher der Schluss gestattet, dass das Band am meisten gespannt, dann also in seiner functionell wichtigen Lage sich befindet, wenn es in dieser Rinne gelegen ist. Untersucht man nun an einem Präparat, welche Stellung des Femur einer solchen Lage des Bandes entspricht, so findet man, dass dies eine solche Flexion des Femur ist, bei welcher das Collum femoris in der Richtung desjenigen Pfannenradius gestellt ist, welcher durch den hinteren Theil der Incisura acetabuli geht. Für die Spannung des Bandes ist dabei übrigens noch eine Rotation nach aussen nothwendig. — Man sieht also daraus, dass das Ligamentum teres bei flectirter Stellung des Femur hemmend für die Rotation nach aussen wirkt.“ Doch wird die Hemmung durch das Ligamentum teres durch die Spannung des Lig. ilio-femorale unterstützt.

Nach HENKE[2]) spannt sich das Ligamentum teres an bei Adduction in gestreckter und Aussenrotation in gebeugter Stellung des Femur. „Erstere wird bereits anderweitig gehemmt, ehe es zur Spannung des Ligamentum teres kommt, für letztere kann dieselbe abschliessend wirken, z. B. wenn man den Fuss auf das andere Knie legt.“

Was die Rinne im Schenkelkopf betrifft, so habe ich nachgewiesen, dass sie ihre Richtung der foetalen Stellung des Hüftgelenks verdankt, bei der Anlage viel tiefer ist und im Laufe des Wachsthums seichter wird, ja ganz verschwinden kann.

Drückt sich schon MEYER vorsichtig aus, indem er sagt, dass das Lig. ilio-femorale dieselben Bewegungen hemme wie das Lig. teres, so sind andere Autoren noch weiter gegangen und lassen die ganze angebliche Hemmungsthätigkeit des runden Bandes durch das Ligamentum ilio-femorale ausführen, während sie dem Ligamentum teres jede mechanische Function absprechen. Schon HYRTL[3]) giebt an, dass das Lig. teres nur „geringen Antheil“ an der Hemmungswirkung hat, die vorzugsweise vom Lig. ilio-femorale ausgeführt wird. HENLE,[4]) der ebenfalls Untersuchungen bei trepanirter Pfanne vorgenommen hat, kommt zu dem Resultate: „Dass das Ligamentum teres in die Be-

[1]) Statik und Mechanik des menschlichen Knochengerüstes. Leipzig 1873. S. 343.

[2]) Handbuch der Anatomie und Mechanik der Gelenke 1863 S. 210.

[3]) Topographische Anatomie Bd. II.

[4]) Lehrbuch der systematischen Anatomie Bd. I.

wegungen des Hüftgelenks irgendwie hemmend eingreift, muss ich bestreiten.“ Ihm schliessen sich WELCKER, LUSCHKA, LANGER und die meisten neueren Autoren an.

Auch ich habe diese Untersuchungen nachgemacht und kann meine Ergebnisse kurz zusammenfassen. Um die Spannung des Bandes bei den verschiedenen Stellungen zu prüfen, schlingt man es nach Trepanation der Pfanne am besten mit einem Faden an, bei dessen Anziehen man den Grad der Spannung erkennt. Bei erhaltenen Muskeln gelang es mir nicht eine Stellung des Femur ausfindig zu machen, in der sich das Band überhaupt nur fest an den Kopf anlegt. Es tritt immer vorher Muskelhemmung ein. Sind die Muskeln rings um das Gelenk abgetragen, so kann man durch Aussenrotation des gebeugten Femur das Band allerdings in eine gewisse Spannung versetzen, doch ist sie nicht stark und jedenfalls keine abschliessende Hemmung, was daraus hervorgeht, dass nach Durchtrennung des Bandes die angegebene Bewegung des Femur nicht grösser wird, wohl aber nach Section des Ligamentum ilio-femorale bedeutend zunimmt. Durch einfache Adduction konnte ich nie Spannung des Ligamentum teres erzielen. Auch die überaus variable Länge und Stärke des Ligamentum teres im erwachsenen Zustande spricht gegen irgend welche mechanische Function desselben. Im Durchschnitt ist das Lig. teres etwa 25 mm lang; gelegentlich trifft man kürzere Bänder, die dann vielleicht auch schon bei extremer Adduction eine gewisse Spannung erreichen, häufiger aber längere. Ich habe solche bis zu 40 mm Länge gemessen, die sich bei keiner Bewegung des Gelenks anspannten. Auch die häufig vorkommende ausserordentliche Schwäche, sowie der gar nicht seltene vollkommene Mangel des Bandes sprechen für die mechanische Bedeutungslosigkeit dieses Apparates.

Eine andere mechanische Theorie stellte in neuester Zeit TILLAUX [1]) auf. Nach ihm ist das Band eine Schutzvorrichtung, welche zusammen mit dem fetthaltigen Bindegewebe der Fossa acetabuli bei Fall auf den Trochanter major den Grund der Pfanne vor Perforation schützt, indem es sich wie ein elastischer Puffer zwischen die beiden aufeinander gepressten Knochenflächen schiebt. „C'est un ligament d'arrêt; il s'oppose à ce que la tête vienne peser par son sommet sur le fond de la cavité cotyloide.“ Ausser dem directen Widerstande, den das Band leistet, soll es jedoch noch in anderer Weise diesen Zweck erfüllen. In Folge seiner excentrischen Insertion am Kopfe soll es diesen, wenn er durch den Pfannenboden zu dringen versucht, etwas von der geraden Linie ablenken und so die Stärke des Stosses mildern und ihn auf die Superficies auricularis übertragen. Ich kann mir offen gestanden dieses „mouvement de bascule modifiant les rapports des sur-

[1]) Traité d'anatomie topographique.

faces articulaires", das doch offenbar mit einer leichten Abduction des Oberschenkels verbunden sein muss, bei einem Falle auf den Trochanter nicht vorstellen. Ausserdem aber halte ich es auch für vollkommen unnöthig. In Folge der Halbkugelgestalt von Kopf und Pfanne wird bei einem Stoss oder Fall auf den Trochanter schon ganz von selbst die Wucht der Einwirkung auf den ganzen Umkreis der Pfanne und nicht auf ihren Grund übertragen. Giebt es doch Thiere, bei denen der Boden der Pfanne physiologisch durchbrochen ist. Trotzdem kommt LESSHAFT[1]) zu einer ganz ähnlichen Ansicht: „Auf Frontalschnitten, durch die Mitte des Gelenkkopfes geführt, ist ganz gut zu sehen, dass das Ligamentum teres in vertikaler Richtung im unteren Theil der Pfanne gelagert ist, unter dem Theil, welcher hauptsächlich die Schwere des Beckengewölbes zu tragen hat. Ohne die Stärke der Stütze zu beeinträchtigen, kann hier ein weniger festes, aber dafür elastisches Gewebe (wie Fett, Gefässe, Synovia, Synovialmembran) gelagert sein, welches bei grösseren Berührungsflächen die Wirkung der Erschütterungen und Stösse mildert. Das Hüftgelenk ist daher ein complicirtes Gelenk, in welchem zur Minderung der Erschütterungen und Stösse zwischen den grossen Berührungsflächen Synovia, besonders entsprechend dem Rand der knöchernen Pfanne, und Synovialfalten und Fortsätze als Ligamentum teres und in der Umgebung des Schenkelhalses und an der innern Oberfläche der Kapsel gelagert sind. Das Ligament ist mit seinem oberen Ende am Schenkelkopf befestigt, um bei den Bewegungen im Gelenke seine Lage besser zu bewahren. Die im Ligament gelagerten Gefässe entsprechen überhaupt den in grösseren Synovialfalten und Fortsätzen vorkommenden Gefässen." In Wirklichkeit übt wohl der elastische Gelenkknorpel diese dämpfende Wirkung viel vollkommener aus als das Bindegewebe.

Wenn ich der Vollständigkeit und Curiosität halber noch zwei Ansichten von GERDY[2]) und von WALBAUM[3]) erwähne, können wir die mechanischen Theorien über das Ligamentum teres verlassen. Ersterer meint, das Band begünstige in Folge seiner Anordnung bei gewissen Bewegungen eine Luxation des Oberschenkels, letzterer glaubt, seinen Hauptzweck habe das Band in der Foetalzeit zu erfüllen, wo der Kopf ziemlich weit nach hinten und aussen die Pfanne überragt, indem es eine Luxation nach dieser Richtung verhindern soll. Ein Wort der Widerlegung braucht diesen Theorien gegenüber nicht verschwendet zu werden.

Die noch übrigen Hypothesen über das Ligamentum teres lassen sich nicht unter einem gemeinsamen Gesichtspunkt behandeln. Einige

---

[1]) Ueber Vorrichtungen in den Gelenken zur Milderung etc. Anat. Anzeiger 1886.

[2]) Étude sur les marche. Journal de Magendie 1829.

[3]) De arteriis articulationis coxae. Diss. Lipsiae 1855.

haben die Gefässverhältnisse im Bande zur Voraussetzung. Es ist hier der zuerst von PALETTA [1]) ausgesprochenen und dann von SAPPEY [2]) weiter ausgebildeten Theorie zu gedenken, wonach das Ligamentum teres Leitband für die Ernährungsgefässe des Schenkelkopfes ist, eine Ansicht, die namentlich unter den Chirurgen vielen Anklang gefunden hat. Wir haben schon früher gesehen, dass nur in der Foetalzeit und in der Kindheit constant Gefässe aus dem Ligamentum teres in den Kopf übergehen, dass die Haupternährung des Kopfes durch Gefässe geschieht, die vom Halse aus in den Kopf übertreten, dass die vom Bande aus eindringenden Gefässe nur bis zur Anlage des Knochenkerns Bedeutung haben und dass nur bei etwa der Hälfte der Erwachsenen noch Gefässporen im Schenkelkopf nachzuweisen sind. Einige Autoren (HYRTL, [3]) NUHN [4]) leugnen ja überhaupt den Uebergang von Gefässen von dem Bande in den Kopf. Eine wesentliche Bedeutung haben jedenfalls die paar in der Fossa capitis einmündenden Gefässe für den Erwachsenen nicht. Deshalb gelangten mehrere Untersucher (NUHN, HENLE [5]) dazu, das Ligamentum teres blos als Synovialduplicatur zu betrachten und seine Function in der Bildung von Synovia zu suchen. Jedenfalls ist die Thatsache richtig, dass es ein Synovia bereitendes Organ ist, aber die eigenthümliche Anordnung dieses Apparates ist damit nicht erklärt.

Eine eigenartige Theorie, die aber nirgends Zustimmung gefunden hat, vertritt WELCKER. [6]) Nach ihm hat das Ligamentum teres die „Umtreibung der Synovia“ im Gelenk zu besorgen. Zur Stütze seiner Ansicht sucht Welcker nach ähnlichen Einrichtungen in anderen Gelenken und glaubt sie in der Bicepssehne des Schultergelenks und in den Menisken des Knies gefunden zu haben. Es ist jedoch nicht einzusehen, warum zur Befeuchtung der Gelenkflächen, wozu doch sicher die einfache Capillarität genügt, ein so complicirter Mechanismus angebracht sei. Auch wäre es dann höchst auffallend, warum diese Einrichtung nicht allen Säugethieren zu Gute kommen sollte, da wir doch wissen, dass sie einer ganzen Reihe von Thieren fehlt, ohne dass wir einen anderen Apparat fänden, der an ihrer Stelle die Synovia in Bewegung setzte.

Wenn wir nach dieser kurzen Uebersicht der bis jetzt ausgesprochenen Theorien über das Ligamentum teres, auch unsere Ansicht aussprechen sollen, so ist es die, dass das Lig. teres functionslos ist. Es ist ursprünglich ein Kapselabschnitt, der aber mit seiner Aufnahme

---

1) Exercitiones pathologicae. Mediolani 1820.
2) Traité d'anatomie descriptive Bd. I.
3) Topographische Anatomie Bd. II.
4) Lehrbuch der praktischen Anatomie 1882.
5) Lehrbuch der systematischen Anatomie Bd. I.
6) Ueber das Hüftgelenk. Zeitschr. f. Anat. u. Entw. 1876.

in das Gelenk seine Bedeutung verloren hat. In Bezug auf die Gefässe verhält es sich wie die zu beiden Seiten an den Kopf herantretenden Synovial- und Perioststreifen, nur dass diese ihre Function, dem Schenkelkopf Blut zuzuführen, in viel ausgedehnterem Maasse und zeitlebens erfüllen, während das Ligamentum teres ein atrophisches Organ ist.

Zum Schlusse sei es mir gestattet, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. SCHWALBE, für die Anregung zu dieser Arbeit und den vielfachen Rath bei ihrer Ausführung auch an dieser Stelle meinen aufrichtigsten Dank auszusprechen.

Literaturverzeichniss.

1) AEBY: Die Umformung des Schulter- und Hüftgelenks. Deutsche Zeitschrift für Chirurgie Bd. II.

2) AEBY: Der Bau des menschlichen Körpers. Leipzig 1871.

3) VON AMMON: Die angeborenen chirurgischen Krankheiten des Menschen.

4) BEAUNIS et BOUCHARD: Nouveaux éléments d'anatomie descriptive. Paris 1880.

5) BERNAYS: Die Entwicklungsgeschichte des Kniegelenkes des Menschen. Morph. Jahrb. Bd. IV.

6) BUISSON: Contribution à l'étude des fonctions du ligament rond de l'articulation coxo-fémorale. Thèse de Bordeaux 1888.

7) CAMPER: Histoire naturelle. T. I.

8) DEBIERRE: Traité élémentaire d'anatomie 1890. T. I.

9) FICK: Zur Mechanik des Hüftgelenks. Arch. f. Anat. u. Phys. 1878.

10) GADOW: Zur vergleichenden Anatomie der Musculatur des Beckens und der hinteren Gliedmassen der Ratiten. Jena 1880.

11) GADOW: Beiträge zur Myologie der hinteren Extremität der Reptilien. Morph. Jahrb. VII.

12) GEGENBAUR: Ueber den Ausschluss des Schambeins von der Pfanne des Hüftgelenks. Morph. Jahrb. Bd. II.

13) GEGENBAUR: Lehrbuch der Anatomie des Menschen.

14) GERDY: Étude sur la marche. Journal de Magendie 1829.

15) HARTMANN: Lehrbuch der Anatomie des Menschen 1881.

16) HENLE: Lehrbuch der systematischen Anatomie Bd. I.

17) HENKE und REYHER: Studien über die Entwicklung der Extremitäten. Sitzungsberichte der Wiener Akademie Bd. LXX 3. Abth.

18) HENKE: Handbuch der Anatomie und Mechanik der Gelenke.

19) HUMPHRY: On the human skeleton including the joints 1858.

20) HYRTL: Handbuch der topographischen Anatomie 7. Aufl. II. Bd. 1882.

21) HYRTL: Beiträge zur angewandten Anatomie des Hüftgelenks. Zeitschrift der k. k. Gesellschaft der Aerzte zu Wien. 1846 Bd. I.

22) Krause: Handbuch der menschlichen Anatomie.

23) Langer: Lehrbuch der systematischen und topographischen Anatomie 1885.

24) Langer: Ueber das Gefässsystem der Röhrenknochen. Denkschriften der Wiener Akademie Bd. XXXVI.

25) Leche: Zur Anatomie der Beckenregion der Insectivoren. Konliga svenska vetenskaps-akademiens handlingar 1882/83.

26) Leisering: Handbuch der vergleichenden Anatomie der Haussäugethiere. 1890.

27) Lesshaft: Ueber die Vorrichtungen in den Gelenken zur Milderung etc. Anat. Anz. 1886.

28) Lucae: Die Robbe und Otter. Abhandlungen der Senkenberg'schen Gesellschaft 1872.

29) Luschka: Die Anatomie des Menschen Bd. III 1. Abth.

30) Meckel: Ornithorhynchi paradoxi descriptio anatomica 1826.

31) Meckel: System der vergleichenden Anatomie Bd. II Abth. 2.

32) Meyer: Lehrbuch der physiologischen Anatomie.

33) Meyer: Statik und Mechanik des menschlichen Körpers. 1873.

34) Mivart: On the skeleton of the primates. Transactions of the zoological society of London Vol. VI.

35) Morel et Duval: Manuel de l'anatomie 1883.

36) Morris: The anatomy of the joints of man. London 1879.

37) Morris: The ligamentum teres and his uses in man and animals. Brit. med. Journal 1882.

38) Nuhn: Lehrbuch der praktischen Anatomie 1882.

39) Owen: On the osteology of the Chimpanzee and Orang. Transactions of the zoological society of London Vol. I.

40) Paletta: Exercitationes pathologicae. Mediolani 1820.

41) Paletta: Deutsches Archiv für Physiologie von Meckel 1820.

42) Paterson: The pectineus muscle and its nerve-supply. Journ. of Anat. and Phys. Oct. 1891.

43) Sappey: Traité d'anatomie descriptive T. I.

44) Savory: On the ligamentum teres. Journal of Anat. and Phys. Vol. VIII.

45) Schuster: Zur Entwicklung des Hüft- und Kniegelenks. Mittheilungen aus dem Wiener embryologischen Institut Bd. I 1880.

46) Struthers: On the true function of the round ligament of the hip-joint. Lancet 1863.

47) Sutton: The ligamentum teres. Journal of Anat. and Phys. Vol. XVII.

48) Sutton: The nature of ligaments. Journal of Anat. and Phys. Vol. XVIII, XIX u. XX.

49) Testut: Les anomalies musculaires chez l'homme. Bordeaux 1882.
50) Testut: Traité d'anatomie humaine T. I 1889.
51) Tillaux: Traité d'anatomie topographique 1882.
52) Variot: Développement des cavités et des moyens d'union des articulations. Thèse pour l'agrégation. Paris 1883.
53) Walbaum: De arteriis articulationis coxae. Diss. Lipsiae 1855.
54) Weber, W. u. E.: Mechanik der Gehwerkzeuge.
55) Welcker: Ueber das Hüftgelenk. Zeitschrift für Anat. u. Entw. 1876.
56) Welcker: Nachweis eines Lig. interarticulare humeri. Zeitschr. f. Anat. u. Entw. 1877.
57) Welcker: Zur Anatomie des Lig. teres. Zeitschrift f. Anat. u. Entw. 1877.
58) Welcker: Zur Einwanderung der Bicepssehne. Arch. f. Anat. u. Phys. 1878.

Erklärung der Abbildungen.

L. t. = Ligamentum teres.

Taf. IV.

Fig. 1. Schnitt durch das Hüftgelenk eines menschlichen Embryo von nicht ganz 30 mm. Steiss-Scheitellänge; Schnittführung parallel der Längsaxe beider Oberschenkel.

Fig. 2. Schnitt durch das Hüftgelenk parallel dem Lig. teres von einem menschlichen Embryo von 34 mm Steiss-Scheitellänge.

Fig. 3. Schnitt senkrecht zum Verlauf des Lig. teres von einem menschlichen Embryo von 47 mm Steiss-Scheitellänge.

Fig. 4. Schnitt parallel zum Verlauf des Lig. teres von einem menschlichen Embryo von 47 mm Steiss-Scheitellänge.

Fig. 5. Längsschnitt durch das Hüftgelenk eines Igelembryo von 45 mm Länge.

Fig. 6. Becken von Emys lutaria.

Fig. 7. Femur von Emys lutaria von vorn.

Fig. 8. Becken vom Alligator. Il. = Ilium, Pub. = Pubis, Isch. = Ischium.

Fig. 9. Femur vom Alligator von der Seite.

Fig. 10. Hüftgelenk von Hatteria. M. amb. = M. ambiens.

Fig. 11. Linkes Hüftgelenk vom Alligator von der ventralen Seite mit den beiden Schenkeln des Lig. acc. ventrale.

Fig. 12. Becken von Ornithorhynchus paradoxus. Linke Seite.

Fig. 13. Linkes Femur von Ornithorhynchus paradoxus.
Fig. 14. Linkes Femur von Phoca von hinten.
Fig. 15. Linkes Femur von Lutra von hinten.
Fig. 16. Linkes Femur von Meles taxus von hinten.
Fig. 17. Hüftgelenk von Lutra mit wandständigem Lig. teres.
Fig. 18. 1. Präparat zur Demonstration des Lig. pubo-femorale des Pferdes.
M. rect. abd. = M. rectus abdominis (durchtrennt).
M. grac. = M. gracilis (durchtrennt).
M. pect. = M. pectineus (pubo-femoralis).
Fig. 19. 2. Präparat zur Demonstration des Lig. pubo-femorale. Der M. gracilis ist zurückgeschlagen, der M. pectineus von seiner Insertion losgelöst und zur Seite geschoben.
M. grac. = M. gracilis.
M. pect. = M. pectineus.
L. pub. fem. = Lig. pubo-femorale.

Taf. V.

Fig. 20. Becken des Elephanten.
Fig. 21. Femur des Elephanten, oberer Abschnitt.
Fig. 22. Becken vom Rhinoceros.
Fig. 23. Femur vom Rhinoceros, oberer Abschnitt.
Fig. 24. Becken von Hyrax.
Fig. 25. Femur von Hyrax, oberer Abschnitt.
Fig. 26. Becken vom Tapir.
Fig. 27. Femur vom Tapir, oberer Abschnitt.

Beiträge zur Kenntniss des menschlichen Extremitätenskelets. V.: Anthropologische Beziehungen der Hand- und Fussmaasse.

Von

Prof. W. Pfitzner
in Strassburg.

Hierzu Tafel 6—12.

Einleitung. Festlegung morphologischer Werthe. Minimum und Maximum; Vertheilung der Einzelfälle auf die Zwischenstufen. Typische Curven und Mischungscurven. Prüfung der Curven auf Constanz. Auflösung von Mischungscurven.

Erster Abschnitt. Fortsetzung der Messungen.

Weitere Messungsergebnisse des Handskelets. Reihenfolge der einzelnen Abschnitte nach ihrer Länge. Verkürzungsformen von Eph. I. Gesetzmässiges Verhalten der Längen von Eph. II—V. — Mittelwerthe des Handskelets. Bedeutung der Rubrik: „Erwachsene". Verschiedenheit des Anatomiematerials von der lebenden Bevölkerung: verschiedenes Zahlenverhältniss zwischen Männern und Weibern. — Oscillationsexponenten des Handskelets. — Vergleiche zwischen zweitem und viertem Finger, zweitem und viertem Strahl. — Unterschiede zwischen rechtem und linkem Handskelet: absolute und mittlere Differenzen. — Verhältnisse zwischen Körpergrösse und Handlänge. — Relative Länge der einzelnen Finger und Strahlen. Compensation oder Accumulation? Verschiedenheiten der relativen Längen zwischen beiden Geschlechtern. — Gliederung des Handskelets: Gliederung der einzelnen Finger und der einzelnen Strahlen. Unterschiede in der Gliederung zwischen beiden Geschlechtern. — Diagnose des Geschlechts nach dem Handskelet. —

Fussskelet. Neue Messungsergebnisse. — Reihenfolge der einzelnen Abschnitte nach ihrer Länge. — Mittelwerthe. — Oscillationsexponenten. — Gliederung der einzelnen Zehen und Strahlen. — Geschlechtsunterschiede. — Differenzen zwischen rechtem und linkem Fussskelet: absolute und mittlere. — Beziehungen zwischen Körpergrösse und Länge des zweiten Strahls. Relative Länge des ersten Strahls. — Einfluss der Verschmelzungen auf die Längenentwicklung der Phalangen. Verschmelzungen zwischen Mittel- und Endphalanx der vierten, dritten, zweiten Zehe. Verschmelzung von Mittel- und Endphalanx der fünften Zehe: Verkürzung der Mittel-, Verlängerung der Endphalanx nicht nur an der fünften, sondern auch an den übrigen Zehen. Ist die Verlängerung der Endphalanx eine Compensationserscheinung? Mögliche Bedeutung der Verkürzungsform an der Endphalanx des Daumens. Ist das Vorkommen von Phalangenverschmelzungen ein Racencharakter? Füsse mit und ohne Verschmelzungen: Mittelwerthe, Gliederung, Geschlechtsverschiedenheiten.

Ergebnisse der Fortsetzung der Messungen.

Zweiter Abschnitt: Lässt sich eine Zusammensetzung des benutzten Materials aus mehreren Racen nachweisen?

Eintheilungsprincipien. Blondhaarige und Dunkelhaarige. Verschiedene Häufigkeit der Blonden und Brünetten bei Kindern und bei Erwachsenen, bei Anatomieleichen und bei der lebenden Bevölkerung, bei Männern und bei Weibern. Gesetzmässigkeit in der Vertheilung des Geschlechts und der Haarfarbe bei beerdigten Leichen und Anatomieleichen.

Unterschiede zwischen Blondhaarigen und Dunkelhaarigen. Körpergrösse. — Hand- und Fussskelet: verschiedene Variationsbreite. — Handskelet: Mittelwerthe, Oscillationsexponenten, Gliederung, Geschlechtsunterschiede. — Fussskelet: Mittelwerthe, Oscillationsexponenten, Gliederung, Geschlechtsunterschiede, Einfluss der Phalangenverschmelzung.

Werth der Haarfarben als Eintheilungsprincip.

Ergebnisse. Schlussbetrachtungen. —

Untersuchungen auf morphologischem Gebiet werden ausserordentlich erschwert durch den Umstand, dass sich ihre Resultate fast niemals durch einen einfachen Ausdruck wiedergeben lassen, sondern durch eine complicirte Formel umschrieben werden müssen. Es beruht dies auf dem für die ganze organisirte Welt giltigen Gesetze des „Variirens“, auf jener Erscheinung, dass von einer Gruppe von Einzelwesen, welche durch eine grössere Reihe von gemeinschaftlichen Eigenschaften als zusammengehörig gekennzeichnet sind, jedes einzelne in einem oder mehreren Punkten von den übrigen abweichen kann, während es in allen anderen Punkten mit ihnen übereinstimmt. Während in der anorganischen Welt die Untersuchung zu einem um so präciseren Resultate führt, je sorgfältiger und je gründlicher sie ausgeführt wird, findet in der Morphologie anscheinend das Entgegengesetzte statt: je genauer und eingehender die Untersuchung, desto unentschiedener das Resultat. Das specifische Gewicht eines Körpers, sein chemisches Aequivalentgewicht, seine specifische Wärme, sein optisches Verhalten u. s. w. u. s. w. wird durch genauere Untersuchungen immer schärfer präcisirt. Anders der Bau eines Organismus. Je öfter und je genauer wir ihn untersuchen, desto häufiger stossen wir auf vorher Uebersehenes, aber diese Erweiterung unserer Kenntnisse trägt nicht dazu bei, sie schärfer zu präcisiren, sondern vielmehr, sie verschwommener, unbestimmter zu machen. Denn die Organismen gruppiren sich zu Arten, und da uns nichts in den Stand zu setzen vermag, ein bestimmtes Individuum aus einer Art als Musterexemplar herauszugreifen, so müssen wir mehrere, viele Individuen untersuchen. Jedes folgende aber zeigt Abweichungen vom vorhergehenden, lässt Bestandtheile neu auffinden oder früher gefundene vermissen, resp. zwischen höchster Ausbildung und gänzlicher Rückbildung hin und her schwanken.

Aber bei fortgesetzter Intensität und Extensität der Untersuchung tritt dann allmählich ein Rückschlag ein, und das Ergebniss wird wieder klarer. Die ersten, mehr oberflächlichen und summarischen Durchsuchungen hatten ein anscheinend ganz einfaches Resultat ergeben. Weitere, eingehendere lehrten immer neue, nach Vorkommen und Ausbildung ausserordentlich variirende Einzelheiten kennen. Indessen bei

noch weiter fortgesetzter Forschung artet diese wachsende Mannigfaltigkeit durchaus nicht in Schrankenlosigkeit aus, sondern es tritt allmählich ein Stillstand in der Vermehrung resp. Verminderung der Einzelbestandtheile ein. Die Gesammtzahl der letzteren nimmt nicht mehr zu, so sehr auch die Zahl der untersuchten Individuen anwächst, und ebenso verringert sie sich im Einzelfall nicht unter eine Mindestzahl; ebenso geht die Ausbildung eines und desselben Einzelbestandtheils nicht über ein bestimmtes Maximum hinaus, noch bleibt sie hinter einem bestimmten Minimum zurück. So gelangen wir dazu, die oberste und die unterste Grenze des Endresultates scharf zu ziehen, und damit haben wir den ersten Schritt gethan, das Resultat selbst festzulegen. Aber ausgedehnte Untersuchungen lehren noch mehr. Nicht nur die obere und untere Grenze sind feststehend, sondern es hat auch jede Zwischenstufe, mag es sich um Beziehungen des Vorkommens oder der Ausbildung handeln, eine durch die Gesammtzahl gegebene Grösse, und unter diesen Zwischenstufen tritt in der Regel eine einzelne als sozusagen neutraler Punkt hervor: die „Norm“, als Mittelzahl, Plurimum u. dgl.

Wenn wir soweit gelangt sind, so haben wir das Resultat endgiltig festgelegt. Der ganze Unterschied zwischen dem Ergebniss einer chemischen oder physikalischen und dem einer morphologischen Untersuchung besteht also nicht darin, dass das eine durch einen bestimmten, das andere durch einen schwankenden Werth dargestellt wird; in beiden Fällen ist das Ergebniss ein feststehendes, aber in dem ersteren Falle stellt es einen einfachen, im letzteren einen complicirten Werth dar. Ich möchte mich so ausdrücken, dass der Endwerth in dem einen Falle durch eine Linie, in dem anderen durch eine Fläche ausgedrückt werden kann.

Denken wir uns die einzelnen Zwischenstufen, vom Minimum bis zum Maximum, auf der Abscisse, und ihren jedesmaligen Werth darauf als Coordinate aufgetragen, so stellt die Linie, welche die Endpunkte der Coordinaten mit einander verbindet, eine Curve dar. War das zu Grunde gelegte Material tadellos, d. h. stellte es eine homogene Reihe dar, und war ferner diese Reihe gross genug, so muss diese Curve eine *typische* sein.

Nähert sich die Form der Curve auch bei stärkerem Anwachsen der Reihe nicht einer typischen, so kann der Grund darin liegen, dass entweder die Reihe immer noch nicht gross genug ist, oder darin, dass sie nicht homogen ist. Im letzteren Falle kann ein weiteres Anwachsen der Reihe natürlich nicht dazu beitragen, den Endwerth zum deutlicheren Ausdruck zu bringen. Wir würden alsdann genöthigt sein, die Untersuchung als aussichtslos fallen zu lassen, und würden dies um so eher thun, als die Arbeitskraft des einzelnen Forschers innerhalb so enger Schranken begrenzt, das Forschungsgebiet aber ein

so ungeheuer ausgedehntes ist; wenn nicht noch eine besondere Möglichkeit geboten wäre. Es könnte nämlich der Fall vorliegen, dass die Gesammtreihe allerdings nicht homogen ist, aber die Summe einer Anzahl von Einzelreihen darstellt, welche, unter einander verschieden, in sich jede homogen wären. Angesichts dieser Möglichkeit muss in solchen Fällen der Versuch gemacht werden, die Gesammtreihe in solche Einzelreihen aufzulösen und diese letzteren alsdann auf ihre Homogeneität zu prüfen.

Wenn z. B. dis Untersuchung einer Species keine typische Curve ergeben will, so wäre daran zu denken, dass dieselbe etwa nicht homogen genug sei, sondern in eine gewisse Anzahl unter einander scharf geschiedener Unterabtheilungen (Racen oder dgl. — ich ziehe hier den allgemeineren Ausdruck: Typen vor) zerlegt werden müsse. Da nun in einer einigermassen genügenden Untersuchungsreihe die einzelnen Typen in einem constanten Verhältniss vertreten sein würden, so müssten die Curven einer kleineren und einer grösseren Untersuchungsreihe weitgehende Aehnlichkeit zeigen. Umgekehrt würde der Umstand, dass eine wachsende Reihe eine ähnliche Curve giebt, ohne sich einer typischen Curve zu nähern, dafür sprechen, dass es sich um eine Mischreihe mit constantem Mischungsverhältniss handle.

Wenn eine Untersuchungsreihe sich gar als eine Mischung mehrerer einzelnen erweist, so wird es natürlich einem einzelnen Forscher erst recht schwer fallen, sie einigermassen genügend gross zu machen, um die Aehnlichkeit der Curve feststellen zu können.

Indessen bedarf es dessen auch nicht so unbedingt. Wenn bei wachsender Reihe in einer Curve diejenigen Charaktere, die gegen das Zustandekommen einer typischen Curve sprechen, statt abgeschwächt zu werden deutlicher hervortreten, so ist der Beweis für das Bestehen einer Mischungscurve gegeben. Dass es sich um eine Mischung nach constanten Verhältnissen handelt, lässt sich alsdann erkennen, wenn bei wachsender Reihe constant bleiben: 1. der Mittelwerth; 2. die Variationsbreite, d. h. Minimum und Maximum; 3. die mittlere Variationsgrösse der einzelnen Glieder der Reihe, der sogen. Oscillationsexponent.

Bleiben diese drei Werthe constant, so erweist sich die Reihe als gross genug, um eine beschränkte Zuverlässigkeit beanspruchen zu können. Es kann alsdann der Versuch gewagt werden, die Gesammtreihe nach bestimmten Gesichtspunkten in einzelne Reihen aufzulösen und diese letzteren auf ihre Homogeneität zu prüfen. Ergiebt sich dabei, dass sie reinere Curven ergeben als die Gesammtreihe, so spricht das für die Wahrscheinlichkeit, dass man sich auf einem richtigen Wege befindet, und lässt es berechtigt erscheinen, wenn man auf demselben fortschreitet. —

Es ist dies so ungefähr der Gedankengang, der mich veranlasst, das Folgende der Beurtheilung meiner Fachgenossen zu unterbreiten.

Im zweiten und dritten dieser Beiträge hatte ich eine grössere Reihe von Messungen, die ich am menschlichen Hand- und Fussskelet angestellt hatte, sowie die daraus gewonnenen Mittelwerthe mitgetheilt. Bezüglich der Maasse des Handskelets und namentlich der Mittelwerthe war ich dabei zu Ergebnissen gekommen, die von denen weit abwichen, welche Braune und Fischer vor mir gewonnen hatten. Ich habe damals, wie daselbst eingehend erörtert ist, diese Differenzen darauf zurückzuführen gesucht, dass ich ein nicht nur zahlreicheres, sondern auch zuverlässigeres Material hatte benutzen können. So bewährten Forschern gegenüber mochte ich mich bei dieser Beweisführung, wonach meine Zahlen die zuverlässigeren sein sollten, doch nicht ganz beruhigen, ich fühlte vielmehr mir selbst gegenüber die Verpflichtung, zu prüfen, ob meine Zahlen sich bei einer Wiederholung der Untersuchung als zuverlässig bewähren würden. Die Gelegenheit dazu bot sich dar, als sich mir die Erkenntniss aufdrängte, dass ich meine Untersuchungen über das Extremitätenskelet des Erwachsenen noch nicht, wie ich gewähnt, abschliessen dürfe. Schon die (inzwischen veröffentlichte) Untersuchung über die Sesambeine beanspruchte ein grösseres Material und veranlasste mich noch ein Jahr darauf zu verwenden; wie ich auch noch ein weiteres Jahr zugeben muss, um für die Frage der Varietäten eine genügend sichere Unterlage zu gewinnen.

Dadurch wuchs das Material, welches der jetzigen Mittheilung zu Grunde liegt, von ca. 200 Händen und 180 Füssen auf ca. 300 Hände und 300 Füsse; ausserdem war der Zuwachs bis auf 5 Hände und 2 Füsse genau nach Alter und Geschlecht bestimmt, während bei der ersten Reihe diese Bestimmung noch bei 23 Händen und 16 Füssen fehlte.

Wie der Leser im speciellen Theile ersehen wird, war meine Besorgniss betr. der Mittelzahlen unbegründet. Wenn man aber die graphischen Darstellungen des vorliegenden Beitrages mit den früher von mir gegebenen vergleicht, so wird man erkennen, dass nicht nur die Maxima und Minima constant geblieben sind, sondern dass auch die Form der einzelnen Curven im Grossen und Ganzen dieselben geblieben sind, und letztere noch dieselben Doppelgipfel, Nebengipfel u. s. w. zeigen. Es veranlasste mich dies, die Aehnlichkeit der Curven auch an der Hand der Oscillationsexponenten zu prüfen, da es von Wichtigkeit war festzustellen, ob die Untersuchungsreihe schon hinreichen könnte zur Entscheidung der Frage nach der Homogeneität des Materials. Hielt die Frage dieser Prüfung Stand, so war die Annahme einer Typenmischung nach constanten Verhältnissen gegeben und es konnte an den Versuch gegangen werden, diese Mischung aufzulösen.

Aber nicht nur an der Hand der absoluten Maasse habe ich die Zuverlässigkeit der Materialgrösse zu erproben gesucht, sondern auch

in Bezug auf die Grössenverhältnisse der einzelnen Abschnitte zu einander, zur Körperlänge, u. s. w. Auch hieran musste geprüft werden, ob das benutzte Material zur Entscheidung allgemeinerer Fragen umfangreich genug war. Dabei konnten einige meiner früheren Angaben berichtigt, einige genauer präcisirt werden; z. Th. ergaben sich auch bei früher nicht berücksichtigten Punkten nicht unwichtige Aufschlüsse.

Gehen wir nunmehr zu den Messungen selbst über. Betr. des Messungsverfahrens, des Ausschlusses nicht einwandsfreier Maasse, der Anordnung der Tabellen und der graphischen Darstellungen u. s. w. verweise ich auf das im zweiten Beitrage S. 19 u. 20 (diese Zeitschr. Bd. I) Gesagte. Die wichtigsten somatischen Eigenthümlichkeiten und anthropologischen Daten der benutzten Leichen sind aus dem vierten Beitrage (ibid.) zu entnehmen, indem man die Ordnungsnummer der Leichen vergleicht. Ich mache darauf aufmerksam für den Fall, dass jemand — wogegen ich nicht das Mindeste einzuwenden hätte — beabsichtigen sollte, die Messungsergebnisse von irgendwelchem anderen Standpunkte aus zu benutzen.

Von den früher gemessenen vermochte ich noch eine Hand (Nr. 187) und drei Füsse (Nr. 178, 182, 183) nachträglich zu bestimmen. Es waren dies Präparate, bei denen die Blechmarke mit der Ordnungsnummer verloren gegangen war. Nach Abschluss der Präparirsaalcampagne liess sich an der Hand der Ausgabevermerke im Materialbuch feststellen, welche Nummern in Betracht kamen, und mit Hülfe sonstiger Notizen liess sich für diese vier Präparate die Identität zweifellos feststellen.

Zu der Tabelle der Messungen sei noch erwähnt, dass ich in derselben aus der früheren Tabelle diejenigen Fälle mitaufführe, zu denen jetzt die entsprechende rechte oder linke Hand resp. Fuss gemessen war, behufs bequemerer Vergleichung zwischen rechts und links. Dass es sich um eine bereits mitgetheilte Messung handelt, erkennt man aus der laufenden Nummer des Falls: z. B. Nr. 33, 1887/88, 62 rechter Fuss (bereits mitgetheilt), Nr. 186, 1887/88, 62 linker Fuss (jetzt erst gemessen).

Auch die jetzt hinzugekommenen 102 Hände und 118 Füsse sind von mir eigenhändig präparirt, mit Bohrmarken versehen und skeletirt.

Handskelet.

Das Material der gesammten Messungen ist jetzt (also einschliesslich des früher gemessenen):

Männer	rechte Hand	linke Hand	Sa.	
77 beiders.	77	77	154	
26 einseit.	13	13	26	
				180
Weiber				
42 beiders.	42	42	84	
11 einseit.	5	6	11	
				95
Unbek. Geschl.				
27 einseit.	16	11		27
	Sa. 153	Sa. 149		Sa. 302

Die Fortsetzung der Messungen hatte folgende Ergebnisse:

Tabelle I. Directe Messungsergebnisse.

Nr. 203 (1885/86 Nr. 69). Männl. 31 Jahr. Rechts.

Met.	50	70	66	60	57
Gph.	30	41	48	46	35
Mph.	—	24	30	29	20
Eph.	22	18	17	18	17
Finger	52	83	95	93	72
Strahl	102	153	161	153	129

Nr. 204 (1886/87 Nr. 52). Weibl. 27 Jahr. 159 cm. Links.

Met.	41	61	60	54	50
Gph.	27	38	41	40	33
Mph.	—	23	27	25	18
Eph.	21	17	18	18	17
Finger	48	78	86	83	68
Strahl	89	139	146	137	118

Nr. 33 (1887/88 Nr. 37). Weibl. 62 Jahr. 148 cm. Rechts.

Met.	36	58	56	51	46
Gph.	26	35	38	35	27
Mph.	—	21	25	23	17
Eph.	20	15	15	16	14
Finger	46	71	78	74	58
Strahl	82	129	134	125	104

Nr. 205 dass., links.

Met.	37	58	56	50	46
Gph.	25	34	38	34	26
Mph.	—	21	25	23	17
Eph.	20	15	15	15	14
Finger	45	70	78	72	57
Strahl	82	128	134	122	103

Nr. 206 (1887/88 Nr. 56). Weibl. 59 Jahr. 154 cm. Rechts.

Met.	41	62	59	53	51
Gph.	28	36	40	37	29
Mph.	—	23	26	24	17
Eph.	19	15	16	16	14
Finger	47	74	82	77	60
Strahl	88	136	141	130	111

Nr. 207 (1888/89 Nr. 26). Weibl. 31 Jahr. 152 cm. Rechts.

Met.	37	58	54	48	46
Gph.	26	35	38	37	29
Mph.	—	21	25	24	15
Eph.	19	15	15	16	14
Finger	45	71	78	77	58
Strahl	82	129	132	125	104

Nr. 208 dass., links.

Met.	37	58	54	48	46
Gph.	26	35	38	36	28
Mph.	—	21	25	24	16
Eph.	19	16	16	16	14
Finger	45	72	79	76	58
Strahl	82	130	133	124	104

Nr. 209 (1888/89 Nr. 30). Weibl. 23 Jahr. 163 cm. Rechts.

Met.	40	64	61	53	48
Gph.	26	36	40	38	28
Mph.	—	21	25	24	16
Eph.	21	16	16	17	15
Finger	47	73	81	79	59
Strahl	87	137	142	132	107

Nr. 210 dass., links.

Met.	40	62	61	53	48
Gph.	26	36	41	37	28
Mph.	—	20	25	24	17
Eph.	21	16	16	17	15
Finger	47	72	82	78	60
Strahl	87	134	143	131	108

Nr. 211 (1888/89 Nr. 34). Männl. 46 Jahr. 159 cm. Rechts.

Met.	43	63	58	53	51
Gph.	29	37	43	41	32
Mph.	—	22	28	26	18
Eph.	22	18	19	19	17
Finger	51	77	90	86	67
Strahl	94	140	148	139	118

7*

Nr. 60 dass., links.

Met.	41	63	59	53	50
Gph.	28	38	43	41	33
Mph.	—	22	28	27	19
Eph.	22	18	19	19	18
Finger	50	78	90	87	70
Strahl	91	141	149	140	120

Nr. 212 (1888/89 Nr. 37). Männl. 37 Jahr. 176 cm. Links.

Met.	44	70	67	59	53
Gph.	30	41	45	42	32
Mph.	—	24	30	28	20
Eph.	24	19	19	21	19
Finger	54	84	94	91	71
Strahl	98	154	161	150	124

Nr. 66 (1888/89 Nr. 39). Männl. 52 Jahr. 160 cm. Rechts.

Met.	46	64	62	55	51
Gph.	28	38	43	41	33
Mph.	—	23	27	28	21
Eph.	23	18	18	19	17
Finger	51	79	88	88	71
Strahl	97	143	150	143	122

Nr. 213 dass., links.

Met.	46	65	63	56	53
Gph.	29	39	44	42	33
Mph.	—	23	28	28	20
Eph.	23	18	18	19	17
Finger	52	80	90	89	70
Strahl	98	145	153	145	123

Nr. 214 (1888/89 Nr. 40). Männl. 37 Jahr. 176 cm. Links.

Met.	46	72	69	62	59
Gph.	30	42	47	45	33
Mph.	—	24	30	29	19
Eph.	24	18	20	21	17
Finger	54	84	97	95	69
Strahl	100	156	166	157	128

Nr. 215 (1888/89 Nr. 61). Weibl. 154 cm. Rechts.

Met.	40	61	54	49	?
Gph.	26	36	41	38	29
Mph.	—	21	25	24	17
Eph.	20	16	16	17	15
Finger	46	73	82	79	61
Strahl	86	134	136	128	?

Nr. 216 dass., links.

Met.	40	60	55	?	?
Gph.	26	35	40	38	29
Mph.	—	21	25	24	17
Eph.	19	16	16	17	15
Finger	45	72	81	79	61
Strahl	85	132	136	?	?

Nr. 187 (1888/89 Nr. 64). Männl. 62 Jahr. 157 cm. Rechts.

Met.	39	61	60	52	49
Gph.	28	36	42	39	28
Mph.	—	23	28	27	17
Eph.	22	17	17	17	15
Finger	50	76	87	83	60
Strahl	89	137	147	135	109

Nr. 217 dass., links.

Met.	37	60	59	51	48
Gph.	27	36	41	39	29
Mph.	—	23	27	26	16
Eph.	21	16	17	17	15
Finger	48	75	85	82	60
Strahl	85	135	144	133	108

Nr. 103 (1888/89 Nr. 68). Männl. 38 Jahr. 169 cm. Rechts.

Met.	47	67	65	59	54
Gph.	32	41	45	42	34
Mph.	—	26	31	28	21
Eph.	24	19	21	21	18
Finger	56	86	97	91	73
Strahl	103	153	162	150	127

Nr. 218 dass., links.

Met.	46	67	64	58	54
Gph.	32	41	44	41	33
Mph.	—	25	30	27	20
Eph.	24	19	21	21	18
Finger	56	85	95	89	71
Strahl	102	152	159	147	125

Nr. 219 (1889/90 Nr. 25). Männl. 25 Jahr. 158 cm. Rechts.

Met.	43	63	60	53	51
Gph.	29	38	43	39	32
Mph.	—	24	28	27	19
Eph.	20	16	16	17	14
Finger	49	78	87	83	65
Strahl	92	141	147	136	116

Nr. 220 dass., links.

Met.	42	63	60	54	52
Gph.	29	38	42	39	32
Mph.	—	24	29	27	19
Eph.	20	15	16	16	15
Finger	49	77	87	82	66
Strahl	91	140	147	136	118

Nr. 221 (1889/90 Nr. 31). Männl. 65 Jahr. 164 cm. Rechts.

Met.	50	70	67	61	57
Gph.	33	42	46	43	35
Mph.	—	27	32	31	23
Eph.	21	18	19	18	16
Finger	54	87	97	92	74
Strahl	104	157	164	153	131

Nr. 222 dass., links.

Met.	50	70	67	61	?
Gph.	33	42	46	43	36
Mph.	—	27	32	30	23
Eph.	24	19	?	?	?
Finger	57	88	?	?	?
Strahl	107	158	?	?	?

Nr. 223 (1889/90 Nr. 32). Männl. 65 Jahr. 170 cm. Rechts.

Met.	47	72	68	60	57
Gph.	32	40	44	43	34
Mph.	—	25	29	29	20
Eph.	23	18	20	20	17
Finger	55	83	93	92	71
Strahl	102	155	161	152	128

Nr. 224 (1889/90 Nr. 33). Männl. 63 Jahr. 159 cm. Rechts.

Met.	43	63	62	56	50
Gph.	28	36	41	39	30
Mph.	—	22	27	26	17
Eph.	23	18	19	18	17
Finger	51	76	87	83	64
Strahl	94	139	149	139	114

Nr. 225 dass., links.

Met.	44	63	64	57	51
Gph.	28	36	41	39	30
Mph.	—	22	27	26	18
Eph.	23	18	19	19	17
Finger	51	76	87	84	65
Strahl	95	139	151	141	116

Nr. 226 (1889/90 Nr. 34). Weibl. 65 Jahr. 156 cm. Rechts.

Met.	39	60	55	50	47
Gph.	26	35	39	36	29
Mph.	—	21	26	24	17
Eph.	20	16	17	17	16
Finger	46	72	82	77	62
Strahl	85	132	137	127	109

Nr. 227 dass., links.

Met.	39	60	56	50	47
Gph.	26	35	38	36	28
Mph.	—	21	25	24	17
Eph.	21	16	17	17	15
Finger	47	72	80	77	60
Strahl	86	132	136	127	107

Nr. 228 (1889/90 Nr. 35). Männl. 47 Jahr. 155 cm. Rechts.

Met.	36	56	55	48	45
Gph.	25	33	37	35	27
Mph.	—	21	25	24	17
Eph.	20	16	17	17	15
Finger	45	70	79	76	59
Strahl	81	126	134	124	104

Nr. 229 dass., links.

Met.	36	56	54	47	44
Gph.	26	33	37	35	27
Mph.	—	21	25	25	17
Eph.	20	16	17	16	15
Finger	46	70	79	76	59
Strahl	82	126	133	123	103

Nr. 230 (1889/90 Nr. 36). Männl. 55 Jahr. 152 cm. Rechts.

Met.	44	65	63	57	54
Gph.	29	36	41	40	32
Mph.	—	21	26	26	19
Eph.	22	17	18	18	17
Finger	51	74	85	84	68
Strahl	95	139	148	141	122

Nr. 231 dass., links.

Met.	45	65	63	57	54
Gph.	29	36	42	40	32
Mph.	—	21	26	26	19
Eph.	22	17	18	19	17
Finger	51	74	86	85	68
Strahl	96	139	149	142	122

Nr. 232 (1889/90 Nr. 38). Männl. 26 Jahr. 168 cm. Rechts.

Met.	44	65	62	55	52
Gph.	29	40	44	42	32
Mph.	—	24	28	28	17
Eph.	25	19	21	20	17
Finger	54	83	93	90	66
Strahl	98	148	155	145	118

Nr. 233 dass., links.

Met.	43	65	63	56	52
Gph.	29	40	44	42	31
Mph.	—	24	28	27	17
Eph.	24	20	20	20	18
Finger	53	84	92	89	66
Strahl	96	149	155	145	118

Nr. 234 (1889/90 Nr. 39). Männl. 32 Jahr. 171 cm. Rechts.

Met.	48	70	67	59	56
Gph.	30	41	46	42	33
Mph.	—	24	30	29	20
Eph.	24	18	19	20	17
Finger	54	83	95	91	70
Strahl	102	153	162	150	126

Nr. 235 dass., links.

Met.	48	71	68	61	56
Gph.	29	42	46	43	33
Mph.	—	25	30	29	20
Eph.	24	18	20	20	18
Finger	53	85	96	92	71
Strahl	101	156	164	153	127

Nr. 236 (1889/90 Nr. 44). Männl. 84 Jahr. 174 cm. Rechts.

Met.	46	66	64	57	53
Gph.	28	40	43	42	33
Mph.	—	24	28	28	20
Eph.	21	16	17	17	15
Finger	49	80	88	87	68
Strahl	95	146	152	144	121

Nr. 237 dass., links.

Met.	46	65	62	56	53
Gph.	28	39	43	41	33
Mph.	—	24	28	27	19
Eph.	21	16	17	18	16
Finger	49	79	88	86	68
Strahl	95	144	150	142	121

Nr. 238 (1889/90 Nr. 45). Männl. 46 Jahr. 178 cm. Rechts.

Met.	49	67	64	57	54
Gph.	30	39	43	41	33
Mph.	—	24	30	28	20
Eph.	23	18	19	19	17
Finger	53	81	92	88	70
Strahl	102	148	156	145	124

Nr. 239 dass., links.

Met.	50	67	65	57	56
Gph.	31	40	44	41	33
Mph.	—	24	30	28	20
Eph.	23	18	19	19	17
Finger	54	82	93	88	70
Strahl	104	149	158	145	126

Nr. 240 (1889/90 Nr. 46). Weibl. 26 Jahr. 155 cm. Rechts.

Met.	42	61	58	50	46
Gph.	27	35	38	35	28
Mph.	—	21	25	23	17
Eph.	19	15	15	15	14
Finger	46	71	78	73	59
Strahl	88	132	136	123	105

Nr. 241 dass., links.

Met.	42	61	58	51	46
Gph.	27	34	39	35	29
Mph.	—	21	25	23	17
Eph.	19	15	15	15	14
Finger	46	70	79	73	60
Strahl	88	131	137	124	106

Nr. 242 (1889/90 Nr. 49). Männl. 69 Jahr. 173 cm. Rechts.

Met.	45	68	65	58	54
Gph.	30	40	45	42	33
Mph.	—	23	29	27	19
Eph.	23	17	18	19	17
Finger	53	80	92	88	69
Strahl	98	148	157	146	123

Nr. 243 dass., links.

Met.	47	70	66	60	55
Gph.	30	40	45	41	33
Mph.	—	23	29	28	19
Eph.	24	17	18	19	17
Finger	54	80	92	88	69
Strahl	101	150	158	148	124

Nr. 244 (1889/90 Nr. 50). Weibl. 46 Jahr. 154 cm. Rechts.

Met.	40	59	57	52	48
Gph.	26	36	40	38	30
Mph.	—	22	26	25	16
Eph.	20	17	17	18	16
Finger	46	75	83	81	62
Strahl	86	134	140	133	110

Nr. 245 dass., links.

Met.	40	59	56	50	47
Gph.	26	36	40	38	30
Mph.	—	21	26	25	16
Eph.	20	16	17	18	16
Finger	46	73	83	81	62
Strahl	86	132	139	131	109

Nr. 246 (1889/90 Nr. 51). Männl. 53 Jahr. 166 cm. Rechts.

Met.	43	65	63	56	52
Gph.	29	38	43	42	31
Mph.	—	22	28	27	18
Eph.	24	19	20	20	18
Finger	53	79	91	89	67
Strahl	96	144	154	145	119

Nr. 247 (1889/90 Nr. 53). Männl. 50 Jahr. 165 cm. Rechts.

Met.	45	66	63	57	52
Gph.	30	38	42	40	32
Mph.	—	24	28	27	19
Eph.	15[1])	18	18	19	16
Finger	45	80	88	86	67
Strahl	90	146	151	143	119

Nr. 248 dass., links.

Met.	43	66	63	56	52
Gph.	30	38	43	40	32
Mph.	—	23	28	27	19
Eph.	15[1])	17	18	19	16
Finger	45	78	89	86	67
Strahl	88	144	152	142	119

Nr. 249 (1889/90 Nr. 55). Männl. 53 Jahr. 158 cm. Rechts.

Met.	42	64	61	55	50
Gph.	27	38	44	40	31
Mph.	—	23	28	27	17
Eph.	24	19	20	21	16
Finger	51	80	92	88	64
Strahl	93	144	153	143	114

[1]) Nicht pathologisch! verkürzt, aber wohlgebildet.

Nr. 250 dass., links.

Met.	42	66	63	55	51
Gph.	27	39	44	40	31
Mph.	—	24	29	27	18
Eph.	24	19	21	22	18
Finger	51	82	94	89	67
Strahl	93	148	157	144	118

Nr. 251 (1889/90 Nr. 57). Männl. 48 Jahr. 159 cm. Rechts.

Met.	43	63	62	54	50
Gph.	28	37	42	39	31
Mph.	—	23	27	26	19
Eph.	24	17	19	19	17
Finger	52	77	88	84	67
Strahl	95	140	150	138	117

Nr. 252 (1890/91 Nr. 1). Männl. 71 Jahr. 154 cm. Rechts.

Met.	40	58	57	51	47
Gph.	26	34	40	37	29
Mph.	—	20	25	24	18
Eph.	19	15	16	17	16
Finger	45	69	81	78	63
Strahl	85	127	138	129	110

Nr. 253 dass., links.

Met.	39	59	57	52	48
Gph.	26	35	40	37	29
Mph.	—	21	25	24	18
Eph.	19	15	16	17	14
Finger	45	71	81	78	61
Strahl	84	130	138	130	109

Nr. 254 (1890/91 Nr. 2). Männl. 78 Jahr. 163 cm. Rechts.

Met.	48	63	62	58	55
Gph.	31	40	44	43	34
Mph.	—	26	?	31	21
Eph.	22	15	18	19	17
Finger	53	81	?	93	72
Strahl	101	144	?	151	127

Nr. 255 dass., links.

Met.	47	64	63	57	53
Gph.	30	40	45	42	34
Mph.	—	26	32	?	21
Eph.	22	16	18	19	17
Finger	52	82	95	?	72
Strahl	99	146	158	?	125

Nr. 256 (1890/91 Nr. 3). Männl. 40 Jahr. 164 cm. Rechts.

Met.	42	62	59	54	50
Gph.	26	37	42	38	31
Mph.	—	22	26	24	16
Eph.	23	16	18	18	15
Finger	49	75	86	80	62
Strahl	91	137	145	134	112

Nr. 257 dass., links.

Met.	41	62	59	54	50
Gph.	27	37	41	39	31
Mph.	—	22	26	25	16
Eph.	23	16	18	19	15
Finger	50	75	85	83	62
Strahl	91	137	144	137	112

Nr. 258 (1890/91 Nr. 4). Männl. 72 Jahr. 166 cm. Rechts.

Met.	45	69	64	60	56
Gph.	30	38	44	42	32
Mph.	—	25	29	28	20
Eph.	24	18	19	20	18
Finger	54	81	92	90	70
Strahl	99	150	156	150	126

Nr. 259 dass., links.

Met.	45	69	65	59	55
Gph.	30	39	44	42	32
Mph.	—	24	29	29	20
Eph.	23	19	20	20	18
Finger	53	82	93	91	70
Strahl	98	151	158	150	125

Nr. 260 (1890/91 Nr. 5). Männl. 83 Jahr. 161 cm.

Met.	44	68	65	59	54
Gph.	30	40	45	43	34
Mph.	—	25	30	29	21
Eph.	25	18	18	18	18
Finger	55	83	93	90	73
Strahl	99	151	158	149	127

Nr. 261 dass., links.

Met.	42	68	65	60	56
Gph.	30	40	44	42	34
Mph.	—	25	29	28	22
Eph.	24	18	18	18	17
Finger	54	83	91	88	73
Strahl	96	151	156	148	129

Nr. 262 (1890/91 Nr. 6). Männl. 40 Jahr. 168 cm. Rechts.

Met.	46	69	64	58	54
Gph.	27	41	46	44	35
Mph.	—	24	31	30	21
Eph.	24	19	20	21	18
Finger	51	84	97	95	74
Strahl	97	153	161	153	128

Nr. 263 dass., links.

Met.	45	69	64	58	54
Gph.	28	41	46	44	35
Mph.	—	24	31	30	21
Eph.	24	19	20	21	18
Finger	52	84	97	95	74
Strahl	97	153	161	153	128

Nr. 264 (1890/91 Nr. 7). Weibl. 37 Jahr. 167 cm. Rechts.

Met.	42	61	58	52	48
Gph.	29	39	44	41	32
Mph.	—	24	30	28	20
Eph.	21	16	17	18	16
Finger	50	79	91	87	68
Strahl	92	140	149	139	116

Nr. 265 dass., links.

Met.	42	61	58	52	49
Gph.	29	39	44	41	32
Mph.	—	24	29	28	20
Eph.	21	16	17	18	16
Finger	50	79	90	87	68
Strahl	92	140	148	139	117

Nr. 266 (1890/91 Nr. 8). Männl. 17 Jahr. 177 cm. Rechts.

Met.	48	71	68	60	56
Gph.	31	40	44	41	33
Mph.	—	24	29	28	21
Eph.	24	18	18	18	17
Finger	55	82	91	87	71
Strahl	103	153	159	147	127

Nr. 267 dass., links.

Met.	47	71	69	61	56
Gph.	31	40	45	42	33
Mph.	—	25	29	28	21
Eph.	24	17	18	19	17
Finger	55	82	92	89	71
Strahl	102	153	161	150	127

Nr. 268 (1890/91 Nr. 9). Männl. 20 Jahr. 175 cm. Rechts.

Met.	46	66	64	59	55
Gph.	32	40	45	43	34
Mph.	—	25	31	30	22
Eph.	24	18	20	21	17
Finger	56	83	96	94	73
Strahl	102	149	160	153	128

Nr. 269 dass., links.

Met.	46	67	64	59	54
Gph.	32	40	45	43	34
Mph.	—	26	31	30	22
Eph.	25	18	21	21	18
Finger	57	84	97	94	74
Strahl	103	151	161	153	128

Nr. 270 (1890/91 Nr. 10). Weibl. 50 Jahr. 163 cm. Rechts.

Met.	47	69	67	58	53
Gph.	30	40	44	42	33
Mph.	—	23	28	27	19
Eph.	23	17	19	19	17
Finger	53	80	91	88	69
Strahl	100	149	158	146	122

Nr. 271 dass., links.

Met.	46	70	67	58	54
Gph.	30	40	44	41	32
Mph.	—	23	28	27	19
Eph.	23	17	19	19	16
Finger	53	80	91	87	67
Strahl	99	150	158	145	121

Nr. 272 (1890/91 Nr. 11). Männl. 26 Jahr. 178 cm. Rechts.

Met.	47	69	64	55	54
Gph.	32	42	47	43	34
Mph.	—	25	31	30	21
Eph.	23	18	19	19	17
Finger	55	85	97	92	72
Strahl	102	154	161	147	126

Nr. 273 dass., links.

Met.	47	70	64	56	53
Gph.	32	42	47	43	34
Mph.	—	25	32	30	21
Eph.	23	18	19	19	17
Finger	55	85	98	92	72
Strahl	102	155	162	148	125

Nr. 274 (1890/91 Nr. 12). Männl. 70 Jahr. 173 cm. Rechts.

Met.	45	64	61	54	53
Gph.	31	41	45	43	35
Mph.	—	25	30	29	21
Eph.	22	17	18	18	17
Finger	53	83	93	90	73
Strahl	98	147	154	144	126

Nr. 275 dass., links.

Met.	46	63	63	55	54
Gph.	31	41	45	43	34
Mph.	—	25	30	29	21
Eph.	23	17	18	18	17
Finger	54	83	93	90	72
Strahl	100	146	156	145	126

Nr. 276 (1890/91 Nr. 13). Weibl. 52 Jahr. 154 cm. Rechts.

Met.	38	58	56	50	47
Gph.	25	35	38	36	28
Mph.	—	21	25	23	15
Eph.	19	15	16	16	14
Finger	44	71	79	75	57
Strahl	82	129	135	125	104

Nr. 277 dass., links.

Met.	38	58	56	50	46
Gph.	25	35	38	35	28
Mph.	—	20	25	22	15
Eph.	20	15	16	16	15
Finger	45	70	79	73	58
Strahl	83	128	135	123	104

Nr. 278 (1890/91 Nr. 14). Männl. 52 Jahr. 171 cm. Rechts.

Met.	44	63	61	54	52
Gph.	30	39	43	41	32
Mph.	—	26	30	29	20
Eph.	23	18	19	20	17
Finger	53	83	92	90	69
Strahl	97	146	153	144	121

Nr. 279 dass., links.

Met.	44	63	62	56	52
Gph.	30	39	43	41	32
Mph.	—	25	31	30	20
Eph.	24	18	19	20	18
Finger	54	82	93	91	70
Strahl	98	145	155	147	122

Nr. 280 (1890/91 Nr. 15). Weibl. 47 Jahr. 145 cm. Rechts.

Met.	36	57	55	50	47
Gph.	25	34	39	39	29
Mph.	—	21	26	25	18
Eph.	18	15	16	16	14
Finger	43	70	81	80	61
Strahl	79	127	136	130	108

Nr. 281 dass., links.

Met.	36	56	54	48	45
Gph.	25	35	39	37	29
Mph.	—	21	27	25	18
Eph.	18	14	15	15	14
Finger	43	70	81	77	61
Strahl	79	126	135	125	106

Nr. 282 (1890/91 Nr. 16). Weibl. 52 Jahr. 153 cm. Rechts.

Met.	40	59	59	53	50
Gph.	25	35	40	38	29
Met.	—	20	25	24	17
Gph.	21	17	17	17	16
Finger	46	72	82	79	62
Strahl	86	131	141	132	112

Nr. 283 dass., links.

Met.	40	59	58	53	50
Gph.	25	35	39	38	30
Mph.	—	20	24	24	17
Eph.	21	17	17	17	17
Finger	46	72	80	79	64
Strahl	86	131	138	132	114

Nr. 284 (1890/91 Nr. 17). Männl. 64 Jahr. 158 cm. Rechts.

Met.	43	63	61	55	51
Gph.	29	37	41	38	30
Mph.	—	22	27	26	18
Eph.	23	18	19	19	17
Finger	52	77	87	83	65
Strahl	95	140	148	138	116

Nr. 285 dass., links.

Met.	43	63	60	53	?
Gph.	29	37	41	38	30
Mph.	—	22	27	26	18
Eph.	23	18	19	19	17
Finger	52	77	87	83	65
Strahl	95	140	147	136	?

Nr. 286 (1890/91 Nr. 18). Männl. 54 Jahr. 159 cm. Rechts.

Met.	39	64	59	55	51
Gph.	25	35	41	38	28
Mph.	—	19	24	23	14
Eph.	21	17	17	18	16
Finger	46	71	82	79	58
Strahl	85	135	141	134	109

Nr. 287 dass., links.

Met.	39	64	60	55	51
Gph.	25	36	40	37	29
Mph.	—	19	24	23	16
Eph.	22	16	18	18	16
Finger	47	71	82	78	61
Strahl	86	135	142	133	112

Nr. 288 (1890/91 Nr. 19). Weibl. 26 Jahr. 165 cm. Rechts.

Met.	41	67	65	60	58
Gph.	28	39	43	41	33
Mph.	—	24	29	28	20
Eph.	22	18	19	19	17
Finger	50	81	91	88	70
Strahl	91	148	156	148	128

Nr. 289 dass., links.

Met.	41	67	64	59	56
Gph.	28	38	43	40	33
Mph.	—	24	30	28	19
Eph.	22	18	19	19	17
Finger	50	80	92	87	69
Strahl	91	147	156	146	125

Nr. 290 (1890/91 Nr. 20). Weibl. 40 Jahr. 155 cm. Rechts.

Met.	41	62	60	54	52
Gph.	28	39	42	40	32
Mph.	—	22	27	26	19
Eph.	21	16	17	17	16
Finger	49	77	86	83	67
Strahl	90	139	146	137	119

Nr. 291 dass., links.

Met.	41	60	59	55	52
Gph.	28	39	43	40	32
Mph.	—	23	27	25	18
Eph.	20	16	16	16	15
Finger	48	78	86	81	65
Strahl	89	138	145	136	117

Nr. 292 (1890/91 Nr. 21). Männl. 30 Jahr.[1] Rechts.

Met.	53	75	71	62	57
Gph.	34	43	48	47	36
Mph.	—	29	33	31	24
Eph.	24	19	20	22	20
Finger	58	91	101	100	80
Strahl	111	166	172	162	137

Nr. 293 dass, links.

Met.	52	76	70	63	57
Gph.	35	43	52	48	38
Mph.	—	27	30	32	23
Eph.	24	18	20	18	19
Finger	59	88	102	98	80
Strahl	111	164	172	161	137

Nr. 294 (1890/91 Nr. 24). Männl. 70 Jahr. 170 cm. Rechts.

Met.	44	65	63	58	56
Gph.	29	37	42	39	31
Mph.	—	23	29	27	19
Eph.	21	17	18	18	16
Finger	50	77	89	84	66
Strahl	94	142	152	142	122

Nr. 295 dass., links.

Met.	43	66	63	59	56
Gph.	29	38	43	39	31
Mph.	—	23	29	27	19
Eph.	21	18	18	18	17
Finger	50	79	90	84	67
Strahl	93	145	153	143	123

Nr. 296. Weibl. 36 Jahr. Rechts.

Met.	46	68	64	57	53
Gph.	31	39	44	41	34
Mph.	—	26	30	29	22
Eph.	21	17	19	19	17
Finger	52	82	93	89	73
Strahl	98	150	157	146	126

Nr. 297 dass., links.

Met.	44	66	63	58	53
Gph.	31	40	44	41	33
Mph.	—	25	29	29	22
Eph.	20	17	18	18	17
Finger	51	82	91	88	72
Strahl	95	148	154	146	125

Nr. 298. Näheres unbekannt. Rechte Hand.

Met.	41	61	58	51	48
Gph.	25	34	38	36	29
Mph.	—	21	25	24	17
Eph.	20	15	16	17	15
Finger	45	70	79	77	61
Strahl	86	131	137	128	109

Nr. 299. Näheres unbekannt. Rechte Hand.

Met.	38	64	60	55	51
Gph.	28	38	43	41	32
Mph.	—	22	27	26	18
Eph.	23	17	18	18	16
Finger	51	77	88	85	66
Strahl	89	141	148	140	117

Nr. 300. Näheres unbekannt. Rechte Hand.

Met.	46	70	66	59	55
Gph.	31	40	44	42	33
Mph.	—	25	30	28	19
Eph.	22	18	18	19	16
Finger	53	83	92	89	68
Strahl	99	153	158	148	123

Nr. 301. Näheres unbekannt. Rechte Hand.

Met.	44	63	60	53	52
Gph.	29	39	44	42	33
Mph.	—	23	29	27	18
Eph.	23	18	18	19	17
Finger	52	80	91	88	68
Strahl	96	143	151	141	120

Nr. 302. Näheres unbekannt. Linke Hand.

Met.	45	65	62	56	52
Gph.	31	40	44	42	33
Mph.	—	26	30	30	22
Eph.	23	19	20	20	19
Finger	54	85	94	92	74
Strahl	99	150	156	148	126

Wir wollen nun diese Ergebnisse nach denselben Gesichtspunkten gruppiren wie in dem zweiten Beitrage.

[1]) Starke Skoliose; ohne dieselbe immer noch unter Mittelgrösse.

Reihenfolge der einzelnen Abschnitte nach ihrer Länge.

a) Metacarpalia. Reihenfolge: II, III, IV, V, I. Ausnahmen: III ebenso lang wie II in 10 (8)[1]) Fällen, 4 (3) männlichen und 6 (5) weiblichen; III länger als II in 2 (1) Fällen, 1 (0) männlichem und 1 (1) weiblichem.

b) Grundphalangen. Reihenfolge: III, IV, II, V, I. Ausnahmen: 1) II ebenso lang wie IV in 15 (11) Fällen, 4 (3) männl. und 11 (8) weibl. 2) I ebenso lang wie V in 4 (4) Fällen, 3 männl. und 1 weibl.; und I länger als V in 1 (1) Fall, männl.

c) Mittelphalangen. Reihenfolge III, IV, II, V. Ausnahmen: IV ebenso lang wie III in 23 (14) Fällen, darunter 13 (7) männl. und 7 (6) weibl.; und IV länger als III in 2 (2) Fällen, beide männl.

d) Endphalangen. Reihenfolge: I, IV, III, II, V. Die Ausnahmen sind in zwei Kategorien zu sondern: die erste umfasst die Fälle, in welchen Eph. I auffallende Verkürzung zeigt; die zweite betrifft die verschiedene Reihenfolge der übrigen Endphalangen.

Die Verkürzung der Endphalanx I ist eine so auffallende, wie wir sie an den übrigen Endphalangen sowie an denen des Fusses nie finden. Sie zeigt dabei keine Uebergänge zur normalen Länge, sondern steht ganz isolirt da. Die Eph. I ist in diesen Fällen nicht nur statt länger kürzer als die übrigen Endphalangen, sondern bleibt auch hinter den niedrigsten für Eph. I überhaupt gefundenen Längenmaassen zurück, wie aus der graphischen Darstellung auf Fig. 4 zu ersehen ist.

Auf die Bedeutung dieser typischen Verkürzung kann ich erst im nächsten Beitrage, der die Varietäten des Handskelets behandeln wird, näher eingehen, bei welcher Gelegenheit ich auch die charakteristische, durchaus nicht nach Missbildung aussehende Form in Abbildungen wiedergeben werde.

Unter den 100 letzten Händen fand ich wiederum bei 2 diese Verkürzung, so dass ich bis jetzt 7 Fälle habe beobachten können. Es waren dies folgende:

1. Hand Nr. 18 u. 19, zu Leiche 1887/88, 3 (weibl. 80 Jahre, 157 cm) gehörig. Handlänge (Länge von Strahl III) beiderseits 141 mm.

2. Hand Nr. 127 u. 128, zu Leiche 1889/90, 11 (männl. 53 Jahre, 181 cm) gehörig. Handlänge rechts 156, links 155 mm.

3. Hand Nr. 194, linke, unbekannter Herkunft. Handlänge 142 mm.

4. Hand Nr. 247 u. 248, zu Leiche 1889/90, 53 (männl. 50 Jahre, 165 cm) gehörig. Handlänge rechts 151, links 152 mm.

Das Vorkommen war also bis jetzt streng paarig, und auf beide

[1]) Die eingeklammerte Zahl bedeutet die bereits früher gemessenen Fälle.

Geschlechter vertheilt. Sucht man die Werthe auf Fig. 4 auf, so sieht man, dass sie nicht nur relativ, sondern absolut die kleinsten sind. Sucht man die dazu angegebenen Längen von Strahl III auf Fig. 6 auf, so sieht man, dass es sich um Hände von mehr als Mittelgrösse handelt, während die Körperlänge bei dem Weibe und dem einen Manne etwa dem Durchschnitte entspricht, bei dem anderen Manne weit darüber hinausgeht. Bei diesem letzteren, einem Manne von 181 cm Körperlänge, war Eph. I immer noch kürzer als bei dem kleinsten Weibe (s. Hand Nr. 63 u. 64 — Körperlänge 144 cm) und bei der kürzesten weiblichen Hand (Nr. 23), die ich gemessen. —

Das Längenverhältniss der vier übrigen Endphalangen variirt individuell ausserordentlich, ja ist nicht einmal an rechter und linker Hand desselben Individuums das gleiche. Wenn ich mich aber schon früher (l. c. S. 36) gegen die Behauptung ausgesprochen habe, dass „die Länge der Nagelglieder nicht in Betracht gezogen werden könne, weil hier zu viel durch locale Einflüsse bedingte Variationen aufträten", so sehe ich jetzt, dass ich damals selbst die anscheinende Regellosigkeit viel zu hoffnungslos angesehen habe.

Die normale Reihenfolge ist: IV, III, II, V. In den Messungen tritt dies nicht so deutlich hervor, da ich aus rechnerischen Gründen keine kleineren Intervalle als ganze Millimeter einführen durfte, worüber Differenzen bis zu etwa 0,9 mm — schon viel kleinere treten als deutliche Längenunterschiede hervor — fortfielen (z. B. bei Längen von 18,5 u. 19,4 mm, die beide auf 19 mm abgerundet werden müssen). Die beobachteten Formeln sind:

Formel	Fälle		männl.		weibl.
IV, III, II, V	21	Fälle, darunter	17	männl. und	4 weibl.
IV, III, II = V	49	„ „	31	„ „	10 „
IV, III = II, V	33	„ „	17	„ „	13 „
IV, III = II = V	20	„ „	12	„ „	6 „
IV = III, II, V	51	„ „	31	„ „	17 „
IV = III, II = V	46	„ „	22	„ „	20 „
IV = III = II, V	30	„ „	17	„ „	11 „
IV = III = II = V	6	„ „	3	„ „	3 „
IV, III, V, II	11	„ „	7	„ „	2 „
IV = III, V, II	1	„ „	0	„ „	1 „
IV, III = V, II	7	„ „	5	„ „	1 „
IV, V, III = II	1	„ „	0	„ „	1 „
IV, V, II, III	1	„ „	0	„ „	1 „
IV = II, III = V	2	„ „	0	„ „	2 „
III, IV, II, V	2	„ „	2	„ „	0 „
III, IV, II = V	2	„ „	2	„ „	0 „
III, IV = II, V	5	„ „	4	„ „	1 „
III, IV = II = V	1	„ „	1	„ „	0 „
III, IV, V, II	2	„ „	2	„ „	0 „
III, IV = V, II	1	„ „	1	„ „	0 „
III = II, IV, V	1	„ „	1	„ „	0 „
III, V, IV = II	1	„ „	1	„ „	0 „
III = II = V, IV	1	„ „	1	„ „	0 „

Die Zahl der Formeln ist noch eine ausserordentlich grosse. Wenn man indessen bedenkt, dass so viele Differenzen nicht aus-

gedrückt sind, obgleich sie bis zu 1 mm betrugen, und deshalb die Gleichheitszeichen als unwesentlich erachtet, so kann man die ersten acht Formeln als normal betrachten. Den hierunter fallenden 256 Fällen stehen dann nur noch 39 Fälle mit wirklich abweichender Reihenfolge gegenüber.

Wir können indessen diese Betrachtungen vereinfachen, indem wir nur je zwei Endphalangen mit einander vergleichen; gleichzeitig werden dann die Zahlen gross genug, um die Beziehungen zum Geschlecht, sowie die Constanz bei wachsender Reihe (die eingeklammerte Zahl bezieht sich auf die früheren Messungen) schätzungsweise feststellen zu können. Es ist nämlich

IV	länger als	III	in	145 (106)	Fällen,	darunter	89 (62)	männl.	und	40 (31)	weibl.
„	gleichlang	„	„	134 (79)	„	„	73 (42)	„	„	52 (30)	„
„	kürzer als	„	„	16 (11)	„	„	15 (10)	„	„	1 (1)	„
III	länger als	II	„	200 (127)	„	„	126 (74)	„	„	56 (38)	„
„	gleichlang	„	„	92 (66)	„	„	51 (40)	„	„	34 (21)	„
„	kürzer als	„	„	3 (3)	„	„	0 (0)	„	„	3 (3)	„
II	länger als	V	„	145 (82)	„	„	89 (48)	„	„	48 (29)	„
„	gleichlang	„	„	125 (94)	„	„	72 (55)	„	„	39 (27)	„
„	kürzer als	„	„	25 (20)	„	„	16 (11)	„	„	6 (6)	„

Ganz ausgesprochen ist also in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle Eph. IV länger als III, III länger als II, II länger als V. Man sieht ferner, wie trotz der Unsicherheit der Zahlen, die nothgedrungen daraus resultiren mussten, dass die Maasse nicht fein genug genommen sind, die Vermehrung der Gesammtzahl der Fälle um die Hälfte sich auch in den einzelnen Positionen ausdrückt; die Variationen sind also durchaus nicht regellos, sondern treten in bestimmten Mischungsverhältnissen auf, welche hier schon einen annähernd zuverlässigen Ausdruck finden. —

e) Finger. Reihenfolge: III, IV, II, V, I. Ausnahme: IV ebenso lang wie III in 5 Fällen, 3 männlichen und 2 weiblichen.

f) Strahlen. Reihenfolge: III, II, IV, V, I. Ausnahmen: IV ebenso lang wie II in 40 (30) Fällen, darunter 28 (19) männl. und 10 (9) weibl.; und IV länger als II in 38 (25) Fällen, darunter 25 (15) männl. und 9 (6) weibl.

Mit dem Verhältniss zwischen dem zweiten und viertem Finger resp. Strahl werden wir uns übrigens weiter unten noch eingehender zu beschäftigen haben.

Wir sehen also, wie selbst bei so rohen Vergleichen, die nur die Frage, ob länger oder kürzer, berücksichtigen, das gegenseitige Verhältniss in den Zahlen für die einzelnen Kategorien constant blieb, als die Gesammtzahl sich von 200 auf 300 vermehrte. Gehen wir nunmehr zu rationelleren Vergleichen über, wobei wir mit den Mittelzahlen beginnen.

Tabelle II. Mittelwerthe des Handskelets.

a) Männer.

1. aus 115 Händen:

Met.	44,5	65,5	62,8	56,7	52,6
Gph.	29,4	38,8	43,4	41,0	32,4
Mph.	—	23,5	28,5	27,2	19,2
Eph.	22,6	17,7	18,6	19,1	17,3
Finger	52,0	80,1	90,5	87,2	68,8
Strahl	96,5	145,6	153,4	143,9	121,4

Mittlere Körperlänge (zu 92 Händen): 166,6 cm.

2. aus 180 Händen:

Met.	44,5	65,6	62,9	56,6	52,8
Gph.	29,4	38,8	43,5	41,0	32,3
Mph.	—	23,6	28,6	27,3	19,2
Eph.	22,6	17,6	18,6	19,0	17,8
Finger	52,0	80,1	90,6	87,3	68,6
Strahl	96,5	145,7	153,5	144,0	121,4

Mittlere Körperlänge (zu 160 Händen): 166,0 cm.

b) Weiber.

1. aus 62 Händen:

Met.	41,4	62,1	59,8	54,0	50,0
Gph.	27,7	37,0	41,2	38,8	30,6
Mph.	—	22,4	27,1	25,8	18,2
Eph.	20,4	16,0	16,7	17,8	15,7
Finger	47,9	75,4	84,9	81,7	64,4
Strahl	89,2	137,4	144,7	135,8	114,5

Mittlere Körperlänge (zu 57 Händen): 157,0 cm.

2. aus 93 Händen:

Met.	41,1	61,9	59,4	53,6	49,8
Gph.	27,5	36,9	41,0	38,6	30,4
Mph.	—	22,2	26,9	25,5	18,1
Eph.	20,3	16,0	16,7	17,2	15,6
Finger	47,7	75,1	84,5	81,3	64,0
Strahl	88,7	136,9	143,9	134,8	113,9

Mittlere Körperlänge (zu 85 Händen): 156,6 cm.

c) Erwachsene.

1. aus 200 Händen:

Met.	43,4	64,6	62,0	55,9	51,9
Gph.	28,9	38,3	42,7	40,8	31,8
Mph.	—	23,1	28,1	26,7	18,9
Eph.	21,9	17,2	18,0	18,5	16,8
Finger	50,7	78,6	88,8	85,5	67,4
Strahl	94,2	143,2	150,8	141,4	119,8

2. aus 300 Händen:

Met.	43,4	64,5	61,9	55,7	51,9
Gph.	28,8	38,2	42,7	40,2	31,7
Mph.	—	23,1	28,1	26,8	18,9
Eph.	21,8	17,1	18,0	18,4	16,7
Finger	50,6	78,5	88,7	85,4	67,2
Strahl	94,0	143,0	150,6	141,1	119,1

Eine grössere Uebereinstimmung ist wohl kaum denkbar. Bei den weiblichen Händen sind die Mittelwerthe noch etwas corrigirt worden, als die Zahl der Fälle von 62 auf 93 stieg, bei den männlichen dagegen blieben sie bei einem Ansteigen von 115 auf 180 constant; so dass wir etwa die Zahl 100 als diejenige annehmen können, die constante Durchschnittszahlen ergiebt.

Ich muss hier auf einen Punkt etwas näher eingehen. Es betrifft dies die Rubrik: Erwachsene. Es sind darunter ausser den männlichen und weiblichen auch die Fälle inbegriffen, bei denen das Geschlecht der Leiche, von der das Präparat stammte, nicht mehr bekannt war. Ich habe schon bei meinen ersten Beiträgen geschwankt, ob ich diese Rubrik nicht als irrationell gänzlich fortlassen sollte. Denn in dem Leichensprengel unserer Anatomie, Unter-Elsass nebst den angrenzenden Gebieten, sind selbstverständlich die lebenden „Erwachsenen" wie überall zur Hälfte männlichen und zur Hälfte weiblichen Geschlechts, während unter den „Erwachsenen" dieser Mittheilungen die Männer zu den Weibern sich wie 2:1 verhalten. Ich habe nun s. Z. diese Rubrik beibehalten, um die Präparate unbestimmter Herkunft, die bei

meiner ersten Messungsreihe noch einen beträchtlichen Antheil ausmachten (bei den Händen etwa $^{1}/_{8}$, bei den Füssen $^{1}/_{11}$) verwerthen zu können. Um nun den realen Verhältnissen Rechnung zu tragen, hätte ich bei jeder Berechnung von Mittelwerthen u. dgl. den weiblichen Antheil doppelt einsetzen müssen, aber auch dann wären die Mittelwerthe noch nicht unbedingt für die lebenden Erwachsenen maassgebend, denn das Material unserer Anatomien ist durchaus nicht ohne weiteres maassgebend für die lebende Bevölkerung.

Es ist das ein Punkt, der seitens der Anthropologie alle Beachtung verdient!

Das Material unserer anatomischen Institute entstammt den untersten socialen Schichten des Volks; und so unwahrscheinlich sie auch klingen mag, ich habe mich zu der Ansicht bequemen müssen, dass die einzelnen socialen Schichten auch heute noch selbst in solchen Gegenden, wie in dem seit zwei Jahrtausenden im Brennpunkte des Völkerverkehrs gelegenen Oberrheinthal, sich durch somatische Eigenthümlichkeiten unterscheiden. Natürlich nicht in der Weise, dass zwei Racen, eine herrschende und eine dienende, sich unterscheiden lassen könnten, aber doch insofern, als bestimmte somatische Charaktere in den unteren sozialen Klassen in anderem Procentsatz vertreten sind als in den oberen. Ich werde nicht wagen, dies für unseren Leichensprengel ethnographisch aufklären zu wollen; ich halte mich an meine Aufzeichnungen. Darnach habe ich unter je 100 männlichen Händen, die ich untersucht, ca. 40 von blonden, 60 von brünetten Männern, unter je 100 weiblichen ca. 30 von blonden, 70 von brünetten Weibern; ganz dieselben Procentsätze finde ich für die Füsse, obgleich sie keineswegs von denselben Leichen herstammen (z. B. konnte ich unter 194 Leichen nur von 84 sämmtliche vier Extremitäten benutzen); und fast dieselben für die ganzen Leichen.

Nun konnte ich nur von solchen Leichen die Extremitäten zur Untersuchung benutzen, deren Angehörigen nicht die Beerdigungskosten tragen können oder wollen. Ausser ihnen, und sie eingeschlossen, passiren die Anatomie im Winter sämmtliche Leichen des hiesigen Bürgerspitals, sowie während des ganzen Jahres die von der Polizei eingelieferten Leichen (Verunglückte, plötzlich Gestorbene u. dgl.). Alle diese werden zu anthropologischen Messungen benutzt.[1]) Die Leichen eines solchen Spitals stammen natürlich grösstentheils aus weniger bemittelten Kreisen und es werden deshalb bei ihnen etwaige anthropologische Besonderheiten, die für die unteren socialen Klassen charakteristisch sind, sich schon häufiger finden, als es dem Durchschnitt

[1]) Vgl. Schwalbe u. Pfitzner, Varietäten-Statistik und Anthropologie. Zweite Mittheilung. Anatomischer Anzeiger 1891 Nr. 20, S. 578.

der Bevölkerung entspricht; noch häufiger aber bei denjenigen unter ihnen, die nicht beerdigt werden.

Wenn ich nun diejenigen Zählkarten, auf denen sich entweder brünette oder blonde Haarfarbe angegeben findet, zusammenstelle, so bekomme ich: Unter 102 beerdigten männlichen Leichen waren 25 blonde = 24,5 %; dagegen unter 147 der Anatomie verbliebenen 52 blonde = 35,4 %. Bei den weiblichen Leichen wiesen 108 beerdigte 16 blonde auf = 14,8 %; dagegen 87 der Anatomie überlassene 28 = 32,2 %. Es ist also unter denen, die aus Mangel an Mitteln von den Angehörigen nicht beerdigt werden, die blonde Farbe beträchtlich stärker vertreten als unter denjenigen, deren Angehörige die (ziemlich geringfügigen) Beerdigungskosten noch zu erschwingen vermögen.

Ich will daran nicht weitere Speculationen knüpfen — im Gegentheil, ich lasse ausdrücklich die Möglichkeit zu, dass eine grössere Untersuchungsreihe die Unterschiede wieder mehr ausgleichen oder gar aufheben kann. Aber darauf aufmerksam zu machen, dass hier event. eine Fehlerquelle liegt, dazu fühlte ich mich geradezu verpflichtet. Nach einigen Jahren werden ja die Zählkarten der Strassburger Anatomie ein genügendes Material zur Lösung dieser Frage darbieten; es kann dann vielleicht auch entschieden werden, weshalb der blonde Typus in beiden Kategorien der Spitalleichen bei den Männern stärker vertreten ist als bei den Weibern. Es braucht das nicht gerade auf ethnographischen Ursachen zu beruhen, es kann bei der lebenden Bevölkerung ganz gut der blonde Typus bei beiden Geschlechtern gleich stark vertreten sein. Wir haben es ja mit der Spitalbevölkerung zu thun, und auf deren Zusammensetzung sind neben anderen auch sociale und — ethische Momente von Einfluss.

Die Einwirkung solcher Momente erkennen wir auch an folgenden Zahlen: Unter 343 während eines bestimmten Zeitraums an die Anatomie eingelieferten Leichen fanden sich 182 Männer und 161 Weiber. Davon wurden auf Kosten der Angehörigen beerdigt 117 Männer und 133 Weiber, es blieben also 65 Männer und 28 Weiber; d. h. es wurden nicht begraben 35,7 % der Männer und 17,4 % der Weiber. Somit wird in dem Material, über das der Anatomie die unbeschränkte Verfügung zusteht, das männliche Geschlecht etwa doppelt so stark vertreten sein, wie das weibliche.

Dass für weibliche Leichen die Beerdigungskosten relativ viel häufiger beigebracht werden als für männliche, findet nach meiner Ueberzeugung seine Erklärung ausschliesslich in sozialen und ethischen Momenten, auf die ich nicht eingehen will. Ich will hier nur erwähnen, was uns langjährige Erfahrung hier lehrt: in zweifelhaften Fällen haben wir bei weiblichen Leichen zu erwarten, dass der Termin zur Zahlung der Beerdigungskosten innegehalten wird, bei männlichen Leichen, dass er verstreicht.

Mit solchen Momenten muss man rechnen, und k a n n man rechnen, weil sie constant sind. Zum Beweis dafür führe ich an, dass das Material an Anatomieleichen, welches die letzten sieben Jahre lieferten, 273 Männer und 127 Weiber, das Verhältniss der männlichen zu den weiblichen Leichen als 100 : 46,5 erscheinen liessen. Das entsprechende Verhältniss beträgt für die von mir untersuchten Hände 100 : 51,7, für die Füsse[1]) 100 : 41,8; und dass auch diese Zahlen nicht zufällig sich nähern, sieht man daraus, dass das Verhältniss sich beim Abschluss der ersten Messungsreihe für die Hände auf 100 : 53,0, für die Füsse auf 45,1 stellte.

Die abnorme, aber constante Zusammensetzung des Leichenmaterials lässt es zu, dass wir in diesem Sinne die Rubrik: Erwachsene auf ihre Constanz bei wachsender Reihe prüfen. —

Aber die Uebereinstimmung der Mittelwerthe allein genügt noch nicht, um den Verdacht der Zufälligkeit auszuschliessen. Wohl aber werden wir uns von der Gleichartigkeit des Materials durch den ersten Blick auf die graphischen Darstellungen überzeugen. Man möge die Fig. 1—6 mit den entsprechenden des zweiten Beitrages vergleichen: nicht nur Maximum und Minimum fallen zusammen, nein, jede Figur hat trotz der Vermehrung der Fälle um die Hälfte ihre charakteristische Form behalten, jede Unregelmässigkeit, wie mehrfache Gipfel, besondere Gruppen am Maximum oder am Minimum, u. s. w., ist statt verwischt zu sein noch schärfer ausgeprägt — kurz, es herrscht zwischen je zwei identischen Curven eine, um mich so auszudrücken, „geradezu lächerliche“ Aehnlichkeit.

Wir können die Uebereinstimmung zweier Curven auch zahlenmässig ausdrücken, indem wir den sogenannten „Oscillationsexponenten“ berechnen. Es bedeutet dieser Ausdruck die mittlere Abweichung des einzelnen Falls vom Mittelwerthe, die durchschnittliche Differenz zwischen der einzelnen beobachteten Länge und der berechneten mittleren Länge. Die folgende Tabelle giebt die Oscillationsexponenten für die einzelnen Abschnitte des Handskelets wieder:

Tabelle III. Oscillationsexponenten des Handskelets.

a) Männer.

1. aus 115 Händen:

Met.	1,9	2,7	2,5	2,8	2,2
Gph.	1,4	1,7	1,8	1,7	1,3
Mph.	—	1,0	1,3	1,2	1,2
Eph.	1,8	0,9	1,1	1,1	0,9
Finger	2,2	3,0	3,5	3,8	2,7
Strahl	3,5	5,1	5,6	5,0	4,4

2. aus 180 Händen:

Met.	2,2	2,8	2,5	2,4	2,2
Gph.	1,5	1,8	1,8	1,8	1,6
Mph.	—	1,2	1,4	1,4	1,8
Eph.	1,3	1,0	1,1	1,1	0,8
Finger	2,3	3,3	3,7	3,7	3,1
Strahl	4,0	5,6	5,9	5,5	4,9

[1]) Die geringeren Zahlen beim Fusse erklären sich daraus, dass bei weiblichen Leichen nicht selten auf jede Benutzung der unteren Extremitäten verzichtet wurde wegen allzu ungünstiger anatomischer Verhältnisse, was beim Manne fast nie nöthig war.

b) Weiber.

1. aus 62 Händen:

Met.	2,0	2,5	2,1	2,1	1,9
Gph.	1,5	1,7	1,8	1,9	1,4
Mph.	—	1,2	1,4	1,3	1,1
Eph.	1,1	0,8	1,0	0,9	0,9
Finger	2,1	3,2	3,7	3,6	2,6
Strahl	3,7	5,6	5,6	5,5	4,3

2. aus 93 Händen:

Met.	2,0	2,7	2,5	2,4	2,3
Gph.	1,5	1,8	1,8	1,9	1,6
Mph.	—	1,2	1,5	1,5	1,2
Eph.	1,1	0,7	1,0	1,0	0,9
Finger	2,2	3,4	4,0	3,9	3,1
Strahl	3,9	5,8	6,3	6,1	5,2

Wiederum bemerkt man, wenn man beide Hälften der Tabelle mit einander vergleicht, eine weitgehende Uebereinstimmung der einzelnen Werthe. Bei den Männern wie bei den Weibern (die Rubrik Erwachsene ist hier fortgelassen) ist im Allgemeinen der Werth des einzelnen Exponenten mit der Vermehrung des Materials gewachsen, aber im Durchschnitt nur um zwei Zehntel!

Die Uebereinstimmung beider Untersuchungsreihen, der ursprünglichen und der vergrösserten, in den drei Punkten: Mittelwerth, Maximum und Minimum, durchschnittliche Abweichung vom Mittelwerth, beweist uns, dass das vorhandene Material bereits gross genug ist, um bei der Ermittlung der Gesetze, die für den Aufbau des Handskelets Geltung haben, zu Grunde gelegt werden zu können. Ich werde deshalb an der Hand desselben prüfen, ob die weiteren Ermittlungen, wie ich sie im zweiten Beitrage anstellte, gesetzmässige Erscheinungen klarlegten oder Dinge mit einander in Verbindung brachten, zwischen denen kein innerer Zusammenhang besteht.

Ich beginne mit der Frage, die ich s. Z. dahin formulirte, ob die menschliche Hand sich mehr dem artiodaktylen oder dem perissodaktylen Typus nähere? Ich präcisirte dabei diese Frage dahin: ob der vierte Finger mehr dem dritten oder dem zweiten gleich komme.

In dem, was ich dort (l. c. S. 42) über die Stärke der einzelnen in Betracht kommenden Skeletstücke, sowie über die Ausbildung ihrer einzelnen Partien gesagt habe, habe ich nicht das Geringste hinzuzufügen. Auch die mittleren Längen sind ja bis auf hier ausser Betracht liegende Schwankungen dieselben geblieben.

Fig. 7 giebt die gefundenen Differenzen zwischen dem zweiten und vierten Finger wieder. Wie man sieht, sind sie stets negativ — der vierte Finger ist stets der längere. Vergleicht man diese Figur mit der früher gegebenen (l. c. Fig. 13), so sieht man, dass beide eine weitgehende Uebereinstimmung zeigen. Die Maxima und Minima sind dieselben geblieben, abgesehen davon, dass bei den Weibern das Minimum nicht 3, sondern 2 mm beträgt. Das arithmetische Mittel der Differenz beträgt für den Mann — 7,3 (— 7,2), für das Weib — 6,1 (— 6,3), für sämmtliche Hände ohne Unterschied des Geschlechts — 7,0 (— 6,9). Beachtenswerth ist, dass auf der früheren Figur das Plurimum bei den Männern und bei den Erwachsenen bei — 6 lag, hier aber das Plurimum der Fälle mit der Mittelzahl — 7 zusammenfällt. Ich

hatte s. Z. aus dem Nichtübereinstimmen der Mittelzahl mit dem ausgesprochenen Plurimum den Beweis herleiten wollen, dass „ein arithmetisches Mittel nicht mit Sicherheit die wahre Mittelform darstelle“; die Erfahrung hat ihn aber widerlegt, denn die Mittelwerthe sind dieselben geblieben, die Plurima dagegen haben ihren Ort geändert.

Die Differenz zwischen dem dritten und vierten Finger beträgt im Mittel für Männer + 3,3 (+ 3,3), für Weiber + 3,3 (+ 3,2), für Erwachsene + 3,3 (+ 3,3). Wie Figur 8 zeigt, ist der vierte Finger höchstens ebenso gross, fast immer aber kleiner als der dritte. Ein Vergleich mit der früher gegebenen (l. c. Fig. 14) zeigt, dass nicht nur Maxima und Minima der Figur, sondern auch der ganze Aufbau derselbe geblieben ist.

Das früher daraus gezogene Ergebniss, dass der vierte Finger nicht nur stets länger ist als der zweite, sondern auch durchschnittlich vom dritten Finger weniger als halb soviel in der Länge differirt, als vom zweiten, bleibt also zu vollem Rechte bestehen. Ebenso aber auch das frühere Ergebniss der Vergleichung des vierten Strahls mit dem zweiten. Der Vergleich der Abbildung auf Fig. 9 mit der früher gegebenen (l. c. Fig. 15) zeigt die weitesgehende Uebereinstimmung. Die Differenzen schwanken bei den Männern von — 7 (— 6) bis + 8 (+ 8), bei den Weibern von — 3 (— 3) bis + 9 (+ 6), bei Erwachsenen schlechtweg von — 7 (— 6) bis + 9 (+ 8). Der Mittelwerth beträgt für Männer + 1,6 (+ 1,7), Weiber + 2,2 (+ 1,9), Erwachsene + 1,9 (+ 1,8). Der zweite Finger prominirt

	Männer	Weiber	Erwachsene	
mehr als der vierte bei	122 (78)	71 (45)	212 (138)	Händen
ebensoviel wie der vierte bei	28 (19)	10 (9)	40 (30)	„
weniger als „ „ „ „	25 (15)	9 (6)	38 (25)	„

Unterschiede zwischen dem Skelet der rechten und dem der linken Hand. — Die Fortsetzung der Messungen hat 28 männliche und 14 weibliche Händepaare, die zur Vergleichung geeignet sind, d. h. bei denen kein einziges Maass fehlt, den vorhandenen 40 männlichen und 24 weiblichen Paaren zugesellt. Die gefundenen Differenzen, auf die rechte Hand bezogen, giebt folgende Zusammenstellung wieder:

Tabelle IV. Differenzen der rechten Hand gegen die linke.

Nr. 33/205 (1887/88, 37). Weibl. 62 Jahr. 148 cm.

Met.	— 1	0	0	+ 1	0
Gph.	+ 1	+ 1	0	+ 1	+ 1
Mph.	—	0	0	0	0
Eph.	0	0	0	+ 1	0
Finger	+ 1	+ 1	0	+ 2	+ 1
Strahl	0	+ 1	0	+ 3	+ 1

Nr. 207/208 (1888/89, 26). Weibl. 31 Jahr. 152 cm.

Met.	0	0	0	0	0
Gph.	0	0	0	+ 1	+ 1
Mph.	—	0	0	0	— 1
Eph.	0	— 1	— 1	0	0
Finger	0	— 1	— 1	+ 1	0
Strahl	0	— 1	— 1	+ 1	0

8*

Nr. 209/210 (1888/89, 30). Weibl. 28 Jahr. 168 cm.

Met.	0	+2	0	0	0
Gph.	0	0	−1	+1	0
Mph.	—	+1	0	0	−1
Eph.	0	0	0	0	0
Finger	0	+1	−1	+1	−1
Strahl	0	+3	−1	+1	−1

Nr. 211/60 (1888/89, 34) Männl. 46 Jahr. 159 cm.

Met.	+2	0	−1	0	+1
Gph.	+1	−1	0	0	−1
Mph.	—	0	0	−1	−1
Eph.	0	0	0	0	−1
Finger	+1	−1	0	−1	−3
Strahl	+3	−1	−1	−1	−2

Nr. 66/213 (1888/89, 39). Männl. 52 Jahr. 160 cm.

Met.	0	−1	−1	−1	−2
Gph.	−1	−1	−1	−1	0
Mph.	—	0	−1	0	+1
Eph.	0	0	0	0	0
Finger	−1	−1	−2	−1	+1
Strahl	−1	−2	−3	−2	−1

Nr. 187/217 (1888/89, 64). Männl. 62 Jahr. 157 cm.

Met.	+2	+1	+1	+1	+1
Gph.	+1	0	+1	0	−1
Mph.	—	0	+1	+1	+1
Eph.	+1	+1	0	0	0
Finger	+2	+1	+2	+1	0
Strahl	+4	+2	+3	+2	+1

Nr. 103/218 (1888/89, 68). Männl. 38 Jahr. 169 cm.

Met.	+1	0	+1	+1	0
Gph.	0	0	+1	+1	+1
Mph.	—	+1	+1	+1	+1
Eph.	0	0	0	0	0
Finger	0	+1	+2	+2	+2
Strahl	+1	+1	+3	+3	+2

Nr. 219/220 (1889/90, 25). Männl. 25 Jahr. 158 cm.

Met.	+1	0	0	−1	−1
Gph.	0	0	+1	0	0
Mph.	—	0	−1	0	0
Eph.	0	+1	0	+1	−1
Finger	0	+1	0	+1	−1
Strahl	+1	+1	0	0	−2

Nr. 224/225 (1889/90, 33), Männl. 63 Jahr. 159 cm.

Met.	−1	0	−2	−1	−1
Gph.	0	0	0	0	0
Mph.	—	0	0	0	−1
Eph.	0	0	0	−1	0
Finger	0	0	0	−1	−1
Strahl	−1	0	−2	−2	−2

Nr. 226/227 (1889/90, 34). Weibl. 65 Jahr. 156 cm.

Met.	0	0	−1	0	0
Gph.	0	0	+1	0	+1
Mph.	—	0	+1	0	0
Eph.	−1	0	0	0	+1
Finger	−1	0	+2	0	+2
Strahl	−1	0	+1	0	+2

Nr. 228/229 (1889/90, 35). Männl. 47 Jahr. 155 cm.

Met.	0	0	+1	+1	+1
Gph.	−1	0	0	0	0
Mph.	—	0	0	−1	0
Eph.	0	0	0	+1	0
Finger	−1	0	0	0	0
Strahl	−1	0	+1	+1	+1

Nr. 230/231 (1889/90, 36). Männl. 55 Jahr. 152 cm.

Met.	−1	0	0	0	0
Gph.	0	0	−1	0	0
Mph.	—	0	0	0	0
Eph.	0	0	0	−1	0
Finger	0	0	−1	−1	0
Strahl	−1	0	−1	−1	0

Nr. 232/233 (1889/90, 38). Männl. 26 Jahr. 168 cm.

Met.	+1	0	−1	−1	0
Gph.	0	0	0	0	+1
Mph.	—	0	0	+1	0
Eph.	+1	−1	+1	0	−1
Finger	+1	−1	+1	+1	0
Strahl	+2	−1	0	0	0

Nr. 234/235 (1889/90, 39). Männl. 32 Jahr. 171 cm.

Met.	0	−1	−1	−2	0
Gph.	+1	−1	0	−1	0
Mph.	—	−1	0	0	0
Eph.	0	0	−1	0	−1
Finger	+1	−2	−1	−1	−1
Strahl	+1	−3	−2	−3	−1

Nr. 236/237 (1889/90, 44). Männl. 34 Jahr. 174 cm.

Met.	0	+1	+2	+1	0
Gph.	0	+1	0	+1	0
Mph.	—	0	0	+1	+1
Eph.	0	0	0	−1	−1
Finger	0	+1	0	+1	0
Strahl	0	+2	+2	+2	0

Nr. 238/239 (1889/90, 45). Männl. 46 Jahr. 178 cm.

Met.	−1	0	−1	0	−2
Gph.	−1	−1	−1	0	0
Mph.	—	0	0	0	0
Eph.	0	0	0	0	0
Finger	−1	−1	−1	0	0
Strahl	−2	−1	−2	0	−2

Nr. 240/241 (1889/90, 46). Weibl. 26 Jahr. 155 cm.

Met.	0	0	0	−1	0
Gph.	0	+1	−1	0	−1
Mph.	—	0	0	0	0
Eph.	0	0	0	0	0
Finger	0	+1	−1	0	−1
Strahl	0	+1	−1	−1	−1

Nr. 242/243 (1889/90, 49). Männl. 69 Jahr. 173 cm.

Met.	−2	−2	−1	−2	−1
Gph.	0	0	0	+1	0
Mph.	—	0	0	−1	0
Eph.	−1	0	0	0	0
Finger	−1	0	0	0	0
Strahl	−3	−2	−1	−2	−1

Nr. 244/245 (1889/90, 50). Weibl. 46 Jahr. 154 cm.

Met.	0	0	+1	+2	+1
Gph.	0	0	0	0	0
Mph.	—	+1	0	0	0
Eph.	0	+1	0	0	0
Finger	0	+2	0	0	0
Strahl	0	+2	+1	+2	+1

Nr. 247/248 (1889/90, 53). Männl. 50 Jahr. 165 cm.

Met.	+2	0	0	+1	0
Gph.	0	0	−1	0	0
Mph.	—	+1	0	0	0
Eph.	0	+1	0	0	0
Finger	0	+2	−1	0	0
Strahl	+2	+2	−1	+1	0

Nr. 249/250 (1889/90, 55). Männl. 53 Jahr. 158 cm.

Met.	0	−2	−2	0	−1
Gph.	0	−1	0	0	0
Mph.	—	−1	−1	0	−1
Eph.	0	0	−1	−1	−2
Finger	0	−2	−2	−1	−3
Strahl	0	−4	−4	−1	−4

Nr. 252/253 (1890/91, 1). Männl. 71 Jahr. 154 cm.

Met.	+1	−1	0	−1	−1
Gph.	0	−1	0	0	0
Mph.	—	−1	0	0	0
Eph.	0	0	0	0	+2
Finger	0	−2	0	0	+2
Strahl	+1	−3	0	−1	+1

Nr. 256/257 (1890/91, 3). Männl. 40 Jahr. 164 cm.

Met.	+1	0	0	0	0
Gph.	−1	0	+1	−1	0
Mph.	—	0	0	−1	0
Eph.	0	0	0	−1	0
Finger	−1	0	+1	−3	0
Strahl	0	0	+1	−3	0

Nr. 258/259 (1890/91, 4). Männl. 72 Jahr. 166 cm.

Met.	0	0	−1	+1	+1
Gph.	0	−1	0	0	0
Mph.	—	+1	0	−1	0
Eph.	+1	−1	−1	0	0
Finger	+1	−1	−1	−1	0
Strahl	+1	−1	−2	0	+1

Nr. 260/261 (1890/91, 5). Männl. 33 Jahr. 161 cm.

Met.	+2	0	0	−1	−2
Gph.	0	0	+1	+1	0
Mph.	—	0	+1	+1	−1
Eph.	+1	0	0	0	+1
Finger	+1	0	+2	+2	0
Strahl	+3	0	+2	+1	−2

Nr. 262/263 (1890/91, 6). Männl. 40 Jahr. 168 cm.

Met.	+1	0	0	0	0
Gph.	−1	0	0	0	0
Mph.	—	0	0	0	0
Eph.	0	0	0	0	0
Finger	−1	0	0	0	0
Strahl	0	0	0	0	0

Nr. 264/265 (1890/91, 7). Weibl. 37 Jahr. 167 cm.

Met.	0	0	0	0	−1
Gph.	0	0	0	0	0
Mph.	—	0	+1	0	0
Eph.	0	0	0	0	0
Finger	0	0	+1	0	0
Strahl	0	0	+1	0	−1

Nr. 266/267 (1890/91, 8). Männl. 17 Jahr. 177 cm.

Met.	+1	0	−1	−1	0
Gph.	0	0	−1	−1	0
Mph.	—	−1	0	0	0
Eph.	0	+1	0	−1	0
Finger	0	0	−1	−2	0
Strahl	+1	0	−2	−3	0

Nr. 268/269 (1890/91, 9). Männl. 20 Jahr. 175 cm.

Met.	0	−1	0	0	+1
Gph.	0	0	0	0	0
Mph.	—	−1	0	0	0
Eph.	−1	0	−1	0	−1
Finger	−1	−1	−1	0	−1
Strahl	−1	−2	−1	0	0

Nr. 270/271 (1890/91, 10). Weibl. 50 Jahr. 163 cm.

Met.	+1	−1	0	0	−1
Gph.	0	0	0	+1	+1
Mph.	—	0	0	0	0
Eph.	0	0	0	0	+1
Finger	0	0	0	+1	+2
Strahl	+1	−1	0	+1	+1

Nr. 272/273 (1890/91, 11). Männl. 26 Jahr. 178 cm.

Met.	0	−1	0	−1	+1
Gph.	0	0	0	0	0
Mph.	—	0	−1	0	0
Eph.	0	0	0	0	0
Finger	0	0	−1	0	0
Strahl	0	−1	−1	−1	+1

Nr. 274/275 (1890/91, 12). Männl. 70 Jahr. 173 cm.

Met.	−1	+1	−2	−1	−1
Gph.	0	0	0	0	+1
Mph.	—	0	0	0	0
Eph.	−1	0	0	0	0
Finger	−1	0	0	0	+1
Strahl	−2	+1	−2	−1	0

Nr. 276/277 (1890/91, 13). Weibl. 52 Jahr. 154 cm.

Met.	0	0	0	0	+1
Gph.	0	0	0	+1	0
Mph.	—	+1	0	+1	0
Eph.	−1	0	0	0	−1
Finger	−1	+1	0	+2	−1
Strahl	−1	+1	0	+2	0

Nr. 278/279 (1890/91, 14). Männl. 52 Jahr. 171 cm.

Met.	0	0	−1	−2	0
Gph.	0	0	0	0	0
Mph.	—	+1	−1	−1	0
Eph.	−1	0	0	0	−1
Finger	−1	+1	−1	−1	−1
Strahl	−1	+1	−2	−3	−1

Nr. 280/281 (1890/91, 15). Weibl. 47 Jahr. 145 cm.

Met.	0	+1	+1	+2	+2
Gph.	0	−1	0	+2	0
Mph.	—	0	−1	0	0
Eph.	0	+1	+1	+1	0
Finger	0	0	0	+3	0
Strahl	0	+1	+1	+5	+2

Nr. 282/283 (1890/91, 16). Weibl. 52 Jahr. 153 cm.

Met.	0	0	+1	0	0
Gph.	0	0	+1	0	−1
Mph.	—	0	+1	0	0
Eph.	0	0	0	0	−1
Finger	0	0	+2	0	−2
Strahl	0	0	+3	0	−2

Nr. 286/287 (1890/91, 18). Männl. 54 Jahr. 159 cm.

Met.	0	0	−1	0	0
Gph.	0	−1	+1	+1	−1
Mph.	—	0	0	0	−2
Eph.	−1	+1	−1	0	0
Finger	−1	0	0	+1	−3
Strahl	−1	0	−1	+1	−3

Nr. 288/289 (1890/91, 19). Weibl. 26 Jahr. 165 cm.

Met.	0	0	+1	+1	+2
Gph.	0	+1	0	+1	0
Mph.	—	0	−1	0	+1
Eph.	0	0	0	0	0
Finger	0	+1	−1	+1	+1
Strahl	0	+1	0	+2	+3

Nr. 290/291 (1890/91, 20). Weibl. 40 Jahr. 155 cm.

Met.	0	+2	+1	−1	0
Gph.	0	0	−1	0	0
Mph.	—	−1	0	+1	+1
Eph.	+1	0	+1	+1	+1
Finger	+1	−1	0	+2	+2
Strahl	+1	+1	+1	+1	+2

Nr. 292/293 (1890/91, 21). Männl. 30 Jahr.

Met.	+1	−1	+1	−1	0
Gph.	−1	0	−4	−1	−2
Mph.	—	+2	+3	−1	+1
Eph.	0	+1	0	+4	+1
Finger	−1	+3	−1	+2	0
Strahl	0	+2	0	+1	0

Nr. 294/295 (1890/91, 24). Männl. 70 Jahr. 170 cm.

Met.	+1	−1	0	−1	0
Gph.	0	−1	−1	0	0
Mph.	—	0	0	0	0
Eph.	0	−1	0	0	−1
Finger	0	−2	−1	0	−1
Strahl	+1	−3	−1	−1	−1

Nr. 296/297. Weibl. 36 Jahr.

Met.	+2	+2	+1	−1	0
Gph.	0	−1	0	0	+1
Mph.	—	+1	+1	0	0
Eph.	+1	0	+1	+1	0
Finger	+1	0	+2	+1	+1
Strahl	+3	+2	+3	0	+1

Im Uebrigen ergiebt eine Betrachtung sowohl der auf Tab. IV gegebenen Zusammenstellung als auch der graphischen Darstellungen dasselbe wie früher: grösste Variationsbreite bei den Abschnitten des fünften Fingers, Geringfügigkeit der Differenzen mit fast stets ausgesprochenem Plurimum bei 0, regellose Zerstreuung der Differenzen über das ganze Handskelet. Vergleicht man indessen die graphischen

Darstellungen mit den früher gegebenen (l. c. Fig. 7—12), so sieht man fast immer, dass in den Fällen, in denen ein ausgesprochenes Plurimum bei 0 vorhanden war, dasselbe jetzt noch schärfer hervortritt, dass dagegen in denen, in welchen schon früher ein Plurimum nicht ausgesprochen war, auch jetzt noch kein bestimmtes aufgetreten ist. Sollte also vielleicht die anscheinende Regellosigkeit doch nicht so unauflösbar sein?

Um dies zu entscheiden, betrachten wir zuerst die Mittelwerthe, wie sie folgende Tabelle zusammenstellt:

Tabelle V. Durchschnittswerthe der Differenzen zwischen rechts und links.

A. Männer (40):

Met.	+0,15	+0,03	—0,40	—0,20	—0,30
Gph.	0,00	+0,03	+0,10	+0,28	+0,05
Mph.	—	—0,10	- 0,05	+0,05	—0,10
Eph.	—0,10	+0,03	—0,15	—0,33	—0,28
Finger	—0,10	—0,05	—0,10	0,00	—0,28
Strahl	+0,05	—0,03	—0,50	—0,20	—0,58

(68):

Met.	+0,25	—0,10	—0,38	—0,28	—0,26
Gph.	—0,04	—0,10	0,00	+0,16	0,00
Mph.	—	—0,04	—0,01	0,00	—0,07
Eph.	—0,07	+0,06	—0,15	—0,19	—0,22
Finger	—0,12	—0,09	—0,16	—0,08	—0,29
Strahl	+0,13	—0,19	—0,54	—0,31	—0,56

B. Weiber (24):

Met.	+0,38	+0,42	+0,08	0,00	+0,25
Gph.	—0,17	+0,21	—0,08	—0,04	+0,17
Mph.	—	—0,29	+0,04	—0,08	+0,13
Eph.	+0,25	—0,13	—0,04	—0,04	—0,13
Finger	+0,08	—0,21	—0,08	—0,17	+0,17
Strahl	+0,46	+0,21	0,00	—0,17	+0,42

(38):

Met.	+0,29	+0,42	+0,19	+0,08	+0,26
Gph.	—0,08	+0,16	—0,08	+0,19	+0,19
Mph.	—	—0,11	+0,08	0,00	+0,08
Eph.	+0,16	—0,05	+0,03	+0,08	—0,05
Finger	+0,08	0,00	+0,03	+0,26	+0,21
Strahl	+0,87	+0,42	+0,21	+0,34	+0,47

C. Ohne Unterschied des Geschlechts

(64):

Met.	+0,23	+0,17	—0,22	—0,13	—0,09
Gph.	—0,06	+0,09	+0,08	+0,16	+0,09
Mph.	—	—0,17	—0,02	0,00	—0,02
Eph.	+0,03	—0,03	—0,11	—0,22	—0,19
Finger	—0,03	—0,11	—0,09	—0,06	—0,11
Strahl	+0,20	+0,06	—0,31	—0,19	—0,20

(106):

Met.	+0,26	+0,08	—0,18	—0,15	—0,08
Gph.	—0,06	—0,01	—0,08	+0,17	+0,07
Mph.	—	—0,07	+0,02	0,00	—0,02
Eph.	+0,01	+0,02	—0,08	—0,09	—0,16
Finger	—0,05	—0,06	—0,09	+0,08	—0,11
Strahl	+0,22	+0,03	—0,27	—0,08	—0,19

Wie man sieht, lassen die Mittelwerthe die Beantwortung der Frage als recht aussichtslos erscheinen. Weder haben sie sich, nachdem das benutzbare Material um mehr als die Hälfte gewachsen ist, entschiedener dem Werth 0 genähert, noch haben sie sich andererseits als annähernd constant bewährt.

Dennoch möchte ich die Hoffnung nicht sinken lassen, dass sich auch in dieser anscheinenden Regellosigkeit bestimmte Gesetze als maassgebend werden erkennen lassen. Vergleicht man die jetzigen graphischen Darstellungen mit den früheren eingehender, so wird man überrascht durch die weitgehende Aehnlichkeit ihres Aufbaues. Man braucht z. B. nur die jeweilige Länge der Ordinaten für den Werth 0 innerhalb einer Reihe in's Auge zu fassen, oder die jedesmalige Neigung zur Ausbildung eines ausgesprochenen Plurimums, u. s. w.

Wenn aber dies auch weiteren und ausführlicheren Untersuchungen überlassen bleiben muss, das können wir jedenfalls schon jetzt mit grösster Bestimmtheit aussprechen: **dem überwiegenden Gebrauche der rechten Hand entspricht keineswegs eine Zunahme der Längenmaasse.** Und das allein schon ist ein Ergebniss von schwerwiegender Bedeutung. —

Verhältniss zwischen Körpergrösse und Handlänge.

Indem ich zur Bestimmung dieses Verhältnisses das procentische Verhältniss zwischen der Länge des (macerirten) dritten Strahls und der (an der Leiche gemessenen) Körpergrösse benutzte, kam ich s. Z. zu folgenden Ergebnissen:

1. die Handlänge nimmt im Allgemeinen mit der Körpergrösse zu, schwankt aber bei gleicher Körpergrösse innerhalb ziemlich weiter Grenzen.

Auf folgender Tabelle habe ich an der Hand des jetzt vorliegenden Materials die hierauf bezüglichen Ergebnisse zusammengestellt — soweit die früheren Ergebnisse abwichen, sind die Zahlen in Klammern beigesetzt —:

Tabelle VI. Verhältniss zwischen Körpergrösse und Handlänge.

Körpergrösse	Zahl der Fälle	Länge des dritten Strahls in mm	in % der Körpergrösse	im Mittel
141—145	4 (2)	134—136 (135)	9,31—9,88	135,0 (134,5) mm
146—150	8 (7)	128—146	8,85—9,86	137,6 (138,2) "
151—155	41 (20)	132 (134)—156	8,58 (8,70)—10,18	141,2 (143,7) "
156—160	47 (28)	135—157 (156)	8,65—9,94	147,0 (147,0) "
161—165	50 (36)	140—164 (158)	8,59—10,00 (9,88)	151,8 (150,7) "
166—170	40 (27)	145—169	8,68—10,06	154,5 (154,0) "
171—175	29 (17)	148—174	8,55 (8,56)—10,06	157,6 (158,1) "
176—180	16 (8)	156 (157)—166 (165)	8,76 (8,88)—9,48 (9,88)	160,4 (160,4) "
181—185	4 (4)	155 (156)—170	8,56 (8,62)—9,34	162,5 (162,8) "

2. Umgekehrt entspricht im allgemeinen einer grösseren Länge des dritten Strahls eine grössere Körperlänge, aber eine und dieselbe Handlänge kann bei Individuen von sehr verschiedener Körpergrösse vorkommen.

Siehe nebenstehende Tabelle VII.

Ich hatte ferner die Frage aufgeworfen, ob relativ grosse bez. relativ kleine Hände häufiger bei grossen oder bei kleinen Individuen, bei Männern oder bei Weibern vorkämen. Nach der relativen Länge des dritten Strahls geordnet ergiebt das jetzt vorliegende Material folgende Zusammenstellung: (s. Tabelle VIII).

Tabelle VII. Verhältniss zwischen Handlänge und Körpergrösse.

Länge des dritten Strahls in mm	Zahl der Fälle	Körpergrösse in cm	
		gemessen	im Mittel
126—130	1 (1)	148	148,0
131—135	17 (7)	144—156	151,0 (150,0)
136—140	19 (6)	145 (146)—163	152,9 (151,8)
141—145	38 (25)	149—168	157,9 (157,5)
146—150	59 (43)	148—174 (173)	161,4 (162,0)
151—155	43 (24)	154—181	165,7 (164,6)
156—160	49 (27)	154—181	168,8 (168,4)
161—165	25 (11)	164 (166)—178 (176)	172,7 (172,7)
166—170	5 (4)	168—182	175,2 (175,0)
171—175	3 (1)	173	173,0 (173,0)

Tabelle VIII. Beziehungen zwischen relativer Handlänge und Körpergrösse.

Länge des dritten Strahls in % der Körpergrösse	Geschlecht	Körpergrösse in cm	Länge des dritten Strahls in % der Körpergrösse	Geschlecht	Körpergrösse in cm	Länge des dritten Strahls in % der Körpergrösse	Geschlecht	Körpergrösse in cm
8,56	M.	173	8,87	M.	159	9,09	W.	154
„	M.	181	8,88	W.	152	„	W.	165
8,58	M.	155	„	W.	152	„	W.	165
8,59	W.	163	„	M.	170	9,10	M.	166
8,61	M.	173	„	M.	178	„	M.	166
8,62	M.	174	„	M.	178	„	M.	177
„	M.	181	8,89	M.	162	„	M.	178
8,63	W.	168	8,90	M.	173	9,11	M.	158
8,65	W.	148	8,92	W.	167	9,12	M.	170
„	M.	155	„	M.	176	9,13	M.	173
„	W.	156	8,93	M.	159	9,14	W.	152
„	M.	170	„	M.	159	„	W.	163
8,67	M.	173	„	M.	168	„	M.	175
8,68	W.	152	„	M.	168	9,15	M.	165
8,70	M.	154	„	M.	168	„	M.	176
8,71	W.	163	„	M.	168	9,16	W.	154
„	W.	163	„	M.	177	9,17	M.	157
„	M.	170	„	M.	177	9,18	W.	159
8,72	W.	156	8,94	M.	170	„	M.	171
8,74	M.	174	8,95	M.	162	„	M.	171
8,75	W.	152	„	M.	171	„	M.	171
„	W.	168	8,96	M.	154	9,19	W.	160
8,76	M.	170	„	M.	154	„	W.	160
„	M.	178	„	M.	164	9,20	W.	162
8,77	W.	154	8,98	W.	157	„	M.	174
„	W.	154	„	W.	157	„	M.	175
„	W.	155	„	M.	177	„	M.	176
„	M.	162	8,99	M.	159	„	M.	176
„	W.	163	9,00	M.	170	9,21	M.	165
8,78	W.	156	„	M.	170	9,22	W.	153
„	M.	164	9,01	W.	161	„	W.	154
8,79	M.	173	„	W.	161	9,23	M.	156
8,81	W.	160	9,02	W.	153	„	M.	168
8,82	M.	170	„	M.	173	„	M.	168
8,83	W.	154	9,03	W.	154	„	M.	168
„	W.	154	9,04	M.	178	„	M.	168
„	M.	162	9,05	W.	148	9,24	W.	157
8,84	W.	155	„	W.	148	„	M.	170
„	M.	164	9,06	M.	171	„	M.	171
8,86	W.	167	9,08	W.	152	„	M.	171
„	M.	167	„	M.	173	„	M.	171

Länge des dritten Strahls in % der Körpergrösse	Geschlecht	Körpergrösse in cm	Länge des dritten Strahls in % der Körpergrösse	Geschlecht	Körpergrösse in cm	Länge des dritten Strahls in % der Körpergrösse	Geschlecht	Körpergrösse in cm
9,26	M.	162	9,38	M.	176	9,51	M.	164
"	M.	162	9,40	W.	149	9,52	W.	146
"	M.	162	"	M.	160	"	W.	146
"	M.	176	"	W.	168	"	M.	166
9,28	M.	166	9,41	W.	152	9,55	W.	154
9,29	W.	154	"	W.	152	"	M.	154
"	M.	155	"	W.	153	9,56	M.	160
"	M.	168	"	W.	153	9,57	W.	163
"	M.	182	"	M.	169	"	M.	164
9,30	M.	158	9,42	M.	154	9,58	M.	168
"	M.	172	"	W.	155	"	M.	168
9,31	W.	144	"	W.	156	9,59	M.	169
"	W.	145	"	M.	172	"	M.	171
"	M.	159	9,43	W.	157	9,61	W.	154
"	M.	174	"	W.	157	9,63	M.	164
9,32	M.	161	"	M.	159	9,68	M.	154
"	M.	161	"	M.	159	"	M.	157
"	W.	162	"	M.	174	"	M.	158
9,33	W.	163	"	M.	176	9,69	M.	161
"	M.	164	9,44	M.	162	"	W.	163
9,34	M.	182	"	M.	162	"	W.	163
9,35	W.	155	"	M.	162	"	W.	163
"	W.	156	9,45	W.	163	9,70	W.	169
"	W.	168	"	M.	163	9,80	M.	152
9,36	W.	157	"	M.	163	"	M.	152
"	W.	157	"	M.	164	9,81	W.	161
"	M.	157	"	W.	165	"	M.	161
"	M.	157	"	W.	165	9,86	W.	148
"	M.	157	9,46	W.	149	9,88	M.	166
"	M.	172	9,47	M.	170	"	M.	168
9,37	M.	158	"	M.	171	9,94	W.	157
"	M.	158	9,48	W.	153	"	M.	157
"	M.	158	9,49	M.	158	"	M.	158
"	M.	159	9,50	M.	159	10,00	M.	164
"	M.	159	"	M.	159	10,06	M.	154
9,38	W.	144	"	M.	159	"	M.	168
"	W.	145	9,51	M.	162	"	M.	173
"	M.	160	"	M.	164	10,13	M.	154
"	M.	160	"	M.	164			

Es bestätigt sich wieder, dass im einzelnen Falle weder Geschlecht noch Körpergrösse das Verhältniss zwischen letzterer und der Länge des dritten Strahls bestimmen. Gruppiren wir jedoch die Gesammtheit der Fälle in grösseren Abtheilungen, so sehen wir bei beiden Geschlechtern den niederen Indices eine durchschnittliche grössere Körperlänge entsprechen, wie folgende Zusammenstellung beweist (s. Tabelle IX).

Die eingeklammerten Zahlen repräsentiren die frühere Untersuchung.

Wir sehen in jeder Gruppe die absoluten Zahlen der Körpergrösse fast die ganze Variationsbreite umfassen, während die Mittelzahlen eine wenn auch unregelmässige, doch hinreichend deutliche Abnahme bei wachsendem Index erkennen lassen. Es tritt dies ebenfalls hervor, wenn wir die Fälle nach der Körpergrösse ordnen, wie folgende Zusammenstellung zeigt (s. Tabelle X).

Tabelle IX. Beziehungen zwischen relativer Handlänge und Körpergrösse.

Index des dritten Strahls	Männer			Weiber		
	Zahl der Fälle	Körpergrösse in cm		Zahl der Fälle	Körpergrösse in cm	
		gemessen	im Mittel		gemessen	im Mittel
8,51—8,75	12 (8)	154—181	169,4 (171,5)	10 (6)	148—168	158,9 (161,0)
8,76—9,00	34 (21)	154—178	167,7 (168,1)	15 (5)	152—167	157,1 (155,6)
9,01—9,25	32 (16)	156—178	170,2 (169,9)	20 (13)	148—165	156,8 (158,5)
9,26—9,50	48 (30)	154—182	164,1 (165,8)	27 (24)	144—168	155,4 (156,1)
9,51—9,75	17 (10)	154—171	163,1 (161,6)	8 (6)	146—169	157,8 (155,8)
9,76—10,00	8 (3)	152—168	159,8 (163,7)	3 (3)	148—161	155,3 (155,3)
10,01—10,25	4 (4)	154—173	162,8 (162,8)			

Tabelle X. Verhältniss zwischen Körpergrösse und relativer Handlänge.

Körpergrösse in cm	Männer			Weiber		
	Zahl der Fälle	Index des dritten Strahls		Zahl der Fälle	Index des dritten Strahls	
		beobachtet	im Mittel		beobachtet	im Mittel
141—145				4	9,31—9,38	9,34
146—150				8	8,65—9,86	9,31
151—155	13	8,58 – 10,13	9,38	28	8,58—9,80	9,12
156—160	30	8,87— 9,94	9,37	17	8,65—9,94	9,17
161—165	31	8,77—10,00	9,33	19	8,59—9,81	9,21
166—170	33	8,65—10,06	9,20	7	8,63—9,70	9,09
171—175	29	8,55—10,06	9,14			
176—180	16	8,76— 9,43	9,07			
181—185	4	8,56— 9,34	8,95			

Wenn sich also zwar auf fast jeder Stufe der Index vom Minimum bis zum Maximum findet, so nimmt sein Durchschnittswerth doch mit wachsender Körpergrösse ab — bei den doppelt so zahlreichen männlichen Fällen sogar mit ziemlicher Regelmässigkeit.

Auf Tabelle IX und X waren die Fälle bereits nach den Geschlechtern getrennt. Nun ist zwar die Zahl namentlich der weiblichen Fälle immer noch ziemlich geringfügig und es könnte deshalb als zweifelhaft erscheinen, ob wir es schon wagen dürfen, auf Grund des vorhandenen Materials Verschiedenheiten in Bezug auf die relative Handlänge zwischen beiden Geschlechtern zu constatiren. Indessen werden unsere hierauf sich beziehenden Schlüsse schon einen beträchtlichen Wahrscheinlichkeitswerth gewinnen, wenn wir finden, dass sie durch das Anwachsen des Materials nicht beeinträchtigt werden.

Ich hatte es s. Z. als anscheinend gesetzmässig bezeichnet, dass bei gleicher Körpergrösse der Index beim Weibe durchschnittlich kleiner sei als beim Manne. Prüfen wir, ob sich dieses Gesetz bei dem Anwachsen des Materials bewährt:

Tabelle XI. Beziehungen zwischen Handlänge und Geschlecht.

Körperlänge in cm	Zahl der Fälle	Männer Länge des dritten Strahls gemessen	im Mittel	Zahl der Fälle	Weiber Länge des dritten Strahls gemessen	im Mittel
141—145				4 (2)	134—136 (135)	135,0 (134,5)
146—150				8 (7)	128—146	137,6 (138,2)
151—155	13 (7)	133 (134)—156	144,2 (147,1)	28 (13)	132 (135)—148	139,9 (142,0)
156—160	30 (12)	141 (142)—157 (156)	148,4 (148,6)	17 (16)	135—156	144,4 (145,9)
161—165	31 (22)	142—164 (158)	152,0 (151,8)	19 (14)	140—158	150,2 (149,7)
166—170	33 (22)	147—169	154,9 (154,0)	7 (5)	145—164	152,6 (154,2)
171—175	29 (17)	148—174	157,6 (158,1)			
176—180	16 (8)	156 (157)—166 (165)	160,4 (160,4)			
181—185	4 (4)	155 (156)—170	162,5 (162,8)			

Man sieht, wie noch schärfer als früher — die eingeklammerten Zahlen geben die bei der ersten Untersuchungsreihe gefundenen Werthe — das Ergebniss hervortritt, dass bei gleicher Körpergrösse das Weib durchschnittlich eine kürzere Hand hat als der Mann.

Ich habe diese Erscheinung s. Z. darauf zurückgeführt, dass, wenn die Körpergrösse eines Mannes und eines Weibes gleich ist, dieselbe sich dem Minimum der männlichen Körpergrösse nähert, womit ein Steigen des Handindex verbunden ist, während sie sich beim Weibe dem Maximum der Körpergrösse nähert, was ein Sinken des Handindex bedingt. Wenn nun der Durchschnittsindex bei beiden Geschlechtern gleich wäre, so müsste darnach mit Nothwendigkeit im Falle gleicher Körpergrösse die Hand des Mannes durchschnittlich länger sein als die der Frau. Bei meiner früheren Untersuchung hatte sich nun der Durchschnittsindex für beide Geschlechter gleich gross gezeigt, während er sich jetzt beim Manne als etwas grösser herausstellt:

	Zahl der Fälle	Mittlere Körpergrösse	Mittlere Länge des dritten Strahls	Mittlerer Index
Mann	156 (92)	166,1 (166,6) cm	153,4 (153,8) mm	9,24 (9,28)
Weib	83 (57)	156,7 (157,0) „	143,8 (145,8) „	9,18 (9,25)

Es ist ein ziemlich missliches Ding, zwei so heterogene Grössen wie die hier vorliegenden zu vergleichen. Die Körpergrösse ist an der liegenden Leiche gemessen, was gegenüber dem aufrechtstehenden Lebenden ein Plus von 1—3, gewöhnlich 2 cm bedingt, wie ich im zweiten Beitrage (l. c. S. 20) bereits mitgetheilt habe. Zur Bestimmung der Handlänge habe ich dagegen die Länge des macerirten dritten Strahls benutzt, also, ganz abgesehen davon, dass ich die Länge des Carpus ausschaltete, habe ich dem Lebenden gegenüber die Dicke der Knorpelüberzüge, was nach einer Anzahl von Controllversuchen ein Minus von immerhin 4 mm im Durchschnitt herbeiführt, unberücksichtigt gelassen. Ausserdem ist die Körperlänge selbst eine compli-

cirte Grösse, denn sie setzt sich aus der Länge des Stammes und der der unteren Extremität zusammen; die Länge des Stammes und die der Extremitäten stehen aber zu einander in sehr wechselnden Verhältnissen. Wollte man rationell verfahren, so müsste man die Länge der Hand auf die der ganzen oberen Extremität, diese aber wieder auf die Stammlänge (Sitzgrösse, Scheitel-Sitzknorrenlänge) beziehen.

Durch diese grosse Zahl von Einzelcomponenten des Verhältnisses wird dasselbe natürlich äusserst complicirt und bedingt die Möglichkeit einer ausserordentlich grossen Menge von Variationen, denen gegenüber meine Messungen eigentlich ein allzu kleines Material repräsentiren. Es darf uns daher nicht im mindesten wundern, wenn die Resultate derselben noch so vielfach schwanken oder offenbare Unregelmässigkeiten zeigen, vielmehr muss es uns auffallen, dass sie jetzt schon eine gewisse Constanz erreicht haben, wie wir in den einzelnen Zusammenstellungen wahrnehmen konnten. Auch die auf Fig. 16 gegebene graphische Darstellung, bei der die Indices auf die erste Decimalstelle abgerundet sind, zeigt, wenn man sie mit der früher gegebenen (l. c. Fig. 16) vergleicht, grosse Aehnlichkeit im ganzen Aufbau. Indessen ist derselbe noch zu unentschieden; aber wir können die Aehnlichkeit ja auch auf andere Weise prüfen. Maxima und Minima sind dieselben geblieben. Die Mittelwerthe haben sich nur unwesentlich geändert: Männer 9,24 und 9,24, Weiber 9,26 und 9,19, Erwachsene 9,25 und 9,22. Ebenso die durch den Oscillationsexponent ausgedrückte durchschnittliche Abweichung vom Mittelwerthe: Männer 0,28 und 0,28, Weiber 0,25 und 0,27, Erwachsene 0,27 und 0,28.

Alles dieses zusammengenommen beweist uns, dass wir uns bereits auf sicherem Boden bewegen. Entweder ist also das Material homogen oder, wenn es aus mehreren differenten Bestandtheilen besteht, so sind die letzteren so gut durcheinander gemischt, dass schon eine so kleine Anzahl von Einzelfällen wie die vorliegende, die einzelnen Typen im richtigen Mischungsverhältnisse einschliesst.

Relative Länge der einzelnen Strahlen.

Die Länge der einzelnen Finger steht im wechselnden Verhältniss zu einander, doch herrscht auch hier keine Willkür: die Schwankungen bewegen sich innerhalb feststehender Grenzen, und jede Zwischenstufe ist in einem gegebenen Procentsatz vertreten. Wenn wir die Länge der einzelnen Finger resp. Strahlen in Procenten des dritten Fingers resp. Strahls ausdrücken, so erhalten wir folgende Zusammenstellung der jetzigen mit den früher gefundenen (eingeklammerten) Werthen:

Tabelle XII. Relative Länge der Strahlen resp. Finger in % des dritten Strahls resp. Fingers.

a) Strahlen

Strahl	Mittelwerth	Minimum	Maximum	Variationsbreite
Erster	62,4 (62,5)	56,7 (56,7)	67,7 (67,7)	11,0 (11,0)
Zweiter	95,0 (95,0)	92,0 (92,1)	98,5 (97,7)	6,5 (5,6)
Vierter	93,7 (93,8)	90,4 (90,5)	97,3 (97,3)	6,9 (6,8)
Fünfter	79,1 (79,1)	74,1 (74,1)	83,7 (83,7)	9,6 (9,6)

b) Finger

Finger	Mittelwerth	Minimum	Maximum	Variationsbreite
Erster	57,0 (57,1)	48,8 (48,8)	64,4 (64,4)	15,6 (15,6)
Zweiter	88,5 (88,5)	84,5 (84,5)	93,0 (93,0)	8,5 (8,5)
Vierter	96,3 (96,3)	91,5 (91,5)	100,0 (100,0)	8,5 (8,5)
Fünfter	75,8 (75,9)	68,3 (68,3)	81,9 (81,9)	13,6 (13,6)

Wenn wir — wegen der vorgenommenen Abrundung auf die erste Decimalstelle — eine Differenz von 0,1 als unwesentlich ausser Acht lassen, so sind Mittelwerth und Variationsbreite dieselben geblieben mit der einzigen Ausnahme, dass das Maximum des zweiten Strahls von 97,7 auf 98,5 % gestiegen ist. Damit ist schon die Wahrscheinlichkeit gegeben, dass auch der Procentsatz der einzelnen Zwischenstufen constant geblieben ist; einen directen Beweis dafür werden wir weiter unten erhalten.

Wir wollen die Zusammenstellung vorher einer Betrachtung von einem anderen Standpunkte aus unterziehen. Wenn wir die beiden Hälften der Tabellen mit einander vergleichen, so sehen wir, dass der einzelne Strahl innerhalb engerer Grenzen variirt als der Finger allein. Diesem Verhältniss könnten zwei verschiedene Ursachen zu Grunde liegen. Entweder könnten die Metacarpalia weit weniger variiren als die Finger; wenn es so fast ausschliesslich die Varition der Fingerlänge wäre, um welche die (viel beträchtlichere) Strahllänge variirte, so würde die relative Breite dieser Variationen eben abnehmen, da letztere sich alsdann auf einen fast doppelt so langen Abschnitt vertheilt. Oder die Längen der Metacarpalia variiren ebenfalls beträchtlich: dann muss die Herabsetzung der Variationsbreite auf dem Wege der Ausgleichung zu Stande kommen, d. h. es müsste die stärkere Abweichung eines Fingers durch die bedeutend schwächere oder entgegengesetzte Abweichung eines Metacarpale gemildert werden, und umgekehrt. Sehen wir nun zu, wie die Metacarpalia sich in Bezug auf ihre Variationsbreite verhalten (s. Tabelle XIII).

Wie man sieht, variiren die Metacarpalia sogar noch stärker als die Finger. Wenn nun die beiden Abschnitte des Strahls, das Metacarpale und die Finger, ganz unabhängig von einander variirten, so würden die bedeutenderen Abweichungen des einen Abschnitts in

Tabelle XIII. Relative Länge der Metacarpalia in % des dritten.

Metacarpale	Mittelwerth	Minimum	Maximum	Variationsbreite
Erstes	70,1 (70,0)	60,9 (60,9)	77,4 (76,1)	16,5 (15,2)
Zweites	104,2 (104,2)	98,3 (98,3)	113,0 (109,7)	14,7 (11,4)
Viertes	90,0 (90,2)	85,9 (86,2)	95,3 (95,3)	9,4 (9,1)
Fünftes	83,8 (83,7)	77,8 (77,8)	91,9 (91,9)	14,6 (14,6)

vielen Fällen mit weniger bedeutenden derselben Seite oder mit entgegengesetzten beim anderen Abschnitt zusammentreffen, wodurch der Grad der Abweichung herabgemindert würde; in einigen Fällen würden sie aber auch mit ebenso starken gleichnamigen Abweichungen zusammentreffen. Diejenigen Maxima und Minima der relativen Strahllänge, die unter diesen Bedingungen zu Stande kommen müssten, kommen aber nicht vor; nie nähern sich beide Abschnitte gleichzeitig dem Minimum, oder dem Maximum, und so variirt der Strahl weniger als seine beiden Abschnitte.

Es ist dies durchaus nicht ohne Bedeutung. A priori möchte man es ja erwarten, dass derartige Ausgleichungen innerhalb der einzelnen Strahlen im grössten Umfange vorkämen. Aber ich habe schon früher (l. c. S. 44, 51, 95 u. a. a. O.) hervorheben müssen, wie gerade statt solcher Ausgleichungen häufiger Cumulationen zu constatiren sind: so bei der Vergleichung zwischen rechter und linker Hand resp. Fuss, zwischem zweitem und viertem Finger und Strahl. Hier erst haben wir einen zuverlässigen Fall, in dem die Entwicklungsbahnen der einzelnen Theile von einander abhängig sind, was sie in anderen Fällen ebenso sicher nicht sind; und einen zweiten werden wir beim Fusse kennen lernen, wo die Längenentwicklung der Mittel- und die der Endphalanx in compensatorischem Verhältnisse stehen. —

Wenn wir im übrigen Tabelle XIII mit Tab. XII vergleichen, so sehen wir, wie der dritte und vierte Strahl resp. ihre Theile die kleinste Variationsbreite haben; die grösste finden wir beim ersten, eine fast ebenso grosse beim fünften. Es gilt dies für alle drei Zusammenstellungen, mit einer interessanten Ausnahme: die auffallend grosse Varitionsbreite des zweiten Metacarpale.

Um eine Erklärung für dieselbe brauchen wir ja nicht verlegen zu sein. Die besondere Längenentwicklung des zweiten Metacarpale, die es zum absolut längsten macht, ist ja etwas dem Menschen (z. Th. allerdings auch schon den Affen) Eigenthümliches, darf also wohl als ein recenter Charakter betrachtet werden. Und da ist es nicht auffallend, wenn diese relativ neue Erwerbung noch ein grösseres Schwanken zeigt. Derselbe Gedankengang — dass derselbe den inneren Zusammenhang erschöpfend wiedergiebt, dafür möchte ich bei meinem Misstrauen gegen alle rein theoretischen Erklärungsversuche keine

Bürgschaft übernehmen [1]) — lässt uns auch das starke Variiren des Daumens begreiflich erscheinen: und Aehnliches liegt vielleicht auch beim fünften Strahl vor, insofern derselbe etwa als beim Menschen in Verkürzung begriffen betrachtet werden darf. Was beim zweiten Metacarpale aber auffällt, ist die starke compensatorische Beeinflussung, die die Variationsbreite durch das Hinzutreten des Fingers erfährt: der zweite Strahl hat schliesslich die kleinste Variationsbreite. Es muss dies um so mehr auffallen, als sonst die Variationsbreiten der einzelnen Metacarpalia, Finger, Strahlen in einem ziemlich regelmässigen Verhältniss zu einander stehen, wie schon ein flüchtiger Blick auf Tab. XII und XIII erkennen lässt. —

Die z. Th. ja recht beträchtlichen Variationen in der relativen Länge der einzelnen Finger und Strahlen muss die Frage anregen, ob die relative Länge durch andere somatische Verhältnisse beeinflusst wird; also ob sie z. B. zu Körpergrösse, Handlänge, Geschlecht, Kopfform, Haarfarbe oder dgl. in erkennbaren Beziehungen steht. Ich habe dies nun nicht nach allen Richtungen hin durchuntersucht, sondern mich mit Rücksicht auf die Zeit, die dafür erforderlich gewesen wäre, auf diejenigen Punkte beschränkt, die mir Aussichten auf Erfolg zu bieten schienen.

Wenn wir nach den Mittelwerthen, wie sie Tab. II giebt, die relativen Längen ausrechnen, so erhalten wir folgende Indices:

Tabelle XIV. Relative Länge der einzelnen Finger bez. Strahlen.

	1. Finger	2. Finger	3. Finger	4. Finger	5. Finger
Männer	57,4 (57,5)	88,4 (88,5)	100,0	96,4 (96,4)	75,7 (76,0)
Weiber	56,4 (56,4)	88,8 (88,8)	100,0	96,2 (96,2)	75,7 (75,7)
	1. Strahl	**2. Strahl**	**3. Strahl**	**4. Strahl**	**5. Strahl**
Männer	62,9 (62,9)	94,9 (94,9)	100,0	93,8 (93,8)	79,1 (79,1)
Weiber	61,6 (61,6)	95,1 (95,0)	100,0	93,7 (93,8)	79,2 (79,1)

(Die eingeklammerten Zahlen bedeuten wie immer die früher erhaltenen Werthe; es sei hier darauf aufmerksam gemacht, dass einige davon corrigirt werden mussten.)

Auf dieser Tabelle treten wahrnehmbare geschlechtliche Verschie-

[1]) Gesetzt, wir hätten umgekehrt für das Metacarpale II gerade eine besonders geringfügige Variationsbreite gefunden — welche Erklärung läge wohl näher und erschiene uns wohl einleuchtender als die, dass dieses Skeletstück, dessen besondere Längenentwicklung für den Menschen so charakteristisch ist, selbstverständlich auch besonders stabile Verhältnisse aufzuweisen habe, dass es also weit weniger variiren müsse als die anderen, deren specifische Entwicklung noch unentschiedener, noch weniger abgeschlossen wäre!

denheiten hervor bei Strahl I, Finger I und Finger II. Von der Wahrnehmung ausgehend, dass die Unterschiede nach dem Geschlecht sich bisher immer als die prägnantesten Typencharaktere erwiesen, habe ich diese drei einer genaueren Prüfung unterzogen; während ich bei den anderen Fingern und Strahlen nur das Geschlecht berücksichtigte, betr. Körpergrösse und Handlänge dagegen mich mit einer Uebersichtsprüfung begnügte.

Wegen des grossen Interesses der relativen Daumenlänge für die anthropologische Forschung werde ich, wie früher, die Resultate meiner Untersuchungen über die relative Länge des ersten Strahls auch hier etwas ausführlicher wiedergeben.

Tabelle XV. Relative Daumenlänge.

Länge des ersten Strahls in % des dritten	Geschlecht	Körpergrösse in cm	Länge des ersten Strahls in % des dritten	Geschlecht	Körpergrösse in cm	Länge des ersten Strahls in % des dritten	Geschlecht	Körpergrösse in cm
56,7* [1]	W.	157	60,6	W.	163	61,4	W.	163
57,4	?	?	60,7	W.	154	„	M.	164
„ *	W.	157	„	W.	156	„	W.	168
57,7*	M.	181	„	W.	161	„	M.	171
„ *	?	?	60,8	M.	158	„	?	?
57,9*	M.	165	„	W.	163	61,5	W.	154
58,1	W.	145	„	M.	170	„	M.	154
„ *	M.	181	„	M.	171	„	M.	158
58,3	W.	165	„	?	?	„	M.	161
„	W.	165	60,9	M.	154	„	W.	163
58,4	M.	?	„	M.	176	„	M.	182
58,5	W.	145	61,0	W.	148	61,6	M.	154
59,0	M.	157	„	W.	153	„	W.	155
59,2	M.	158	„	W.	156	„	M.	171
„	W.	163	„	W.	159	61,7	W.	152
59,4	M.	182	„	M.	?	„	M.	155
59,6*	M.	165	„	M.	?	„	W.	163
59,7	W.	163	„	?	?	„	W.	167
59,9	W.	157	„	?	?	„	M.	174
„	W.	168	61,1	M.	159	„	M.	176
60,0	W.	144	„	W.	162	„	W.	?
„	W.	157	„	M.	176	61,8	M.	156
„	M.	176	„	W.	?	„	M.	164
60,1	W.	157	61,2	W.	148	„	M.	170
„	M.	?	„	W.	148	„	M.	171
„	?	?	„	M.	154	„	?	?
60,2	M.	168	„	M.	154	61,9	W.	154
„	M.	168	61,3	W.	163	„	M.	158
„	M.	176	„	M.	168	„	M.	168
60,3	W.	149	„	M.	?	„	M.	174
„	M.	159	„	?	?	62,0	W.	149
„	W.	162	„	?	?	„	W.	154
60,4	W.	144	„	?	?	„	W.	156
„	W.	153	61,4	W.	149	„	M.	159
„	M.	155	„	W.	154	„	M.	162
„	M.	166	„	M.	154	„	W.	165
60,6	W.	156	„	W.	155	„	W.	165
„	M.	157	„	W.	161	„	M.	166
„	M.	159	„	M.	162	„	M.	168

[1]) Die mit einem Sternchen bezeichneten Fälle sind die mit auffallender Verkürzung der Endphalanx des Daumens (s. oben S. 107).

9

Länge des ersten Strahls in % des dritten	Geschlecht	Körpergrösse in cm	Länge des ersten Strahls in % des dritten	Geschlecht	Körpergrösse in cm	Länge des ersten Strahls in % des dritten	Geschlecht	Körpergrösse in cm
62,0	M.	171	62,9	W.	?	63,9	M.	173
"	M.	176	"	M.	?	"	M.	177
"	W.	?	"	?	?	"	M.	177
"	W.	?	63,0	M.	163	64,0	W.	146
62,1	W.	152	"	M.	171	"	M.	158
"	W.	153	"	M.	178	"	M.	172
"	M.	162	"	M.	?	"	M.	175
"	M.	164	63,1	M.	159	64,1	W.	154
62,2	W.	152	"	M.	170	"	M.	159
"	W.	152	"	?	?	"	M.	160
"	W.	152	"	?	?	"	M.	164
"	W.	152	63,2	W.	154	"	M.	173
"	W.	154	"	W.	156	64,2	M.	152
"	W.	157	"	M.	164	"	W.	155
"	W.	157	"	M.	164	"	M.	158
"	W.	167	"	M.	168	"	M.	169
"	M.	?	"	M.	171	"	M.	170
"	M.	?	"	M.	173	"	M.	?
"	?	?	"	W.	152	"	?	?
62,3	W.	153	63,3	W.	154	64,3	M.	159
"	M.	166	"	M.	159	"	M.	162
"	M.	?	"	W.	161	"	M.	163
62,4	W.	154	"	W.	163	64,4	M.	152
"	W.	168	"	M.	164	64,5	M.	157
"	M.	171	"	M.	170	"	M.	173
"	M.	171	"	M.	170	"	W.	?
"	M.	173	"	M.	174	"	M.	?
"	M.	176	63,4	M.	162	"	M.	?
"	W.	?	"	M.	162	64,6	M.	158
"	?	?	"	M.	164	"	W.	160
62,5	W.	153	"	M.	170	64,7	W.	155
"	W.	154	"	M.	171	"	M.	160
"	M.	158	"	M.	177	"	M.	161
"	M.	174	"	M.	178	"	M.	161
"	M.	?	"	M.	?	"	M.	162
"	?	?	63,5	M.	157	"	M.	168
62,6	W.	146	"	M.	159	"	M.	173
"	M.	154	"	M.	164	64,8	W.	148
"	W.	157	"	M.	166	"	M.	177
"	M.	158	"	M.	170	64,9	M.	167
"	W.	160	"	?	?	"	?	?
62,7	M.	161	"	?	?	65,0	M.	170
"	M.	162	63,6	M.	159	"	M.	172
"	W.	163	"	M.	163	"	?	?
"	M.	163	"	M.	166	65,2	M.	168
"	W.	168	"	M.	169	"	M.	170
"	M.	168	"	M.	172	65,4	M.	164
"	M.	168	"	M.	173	"	M.	178
"	M.	170	"	?	?	"	W.	?
"	?	?	"	?	?	65,5	M.	158
62,8	W.	154	63,8	W.	160	"	M.	173
"	M.	164	"	M.	173	"	M.	?
"	M.	?	"	M.	176	"	M.	?
"	M.	?	63,9	M.	159	65,8	M.	178
"	?	?	"	M.	162	66,5	M.	174
62,9	M.	159	"	M.	168	67,7	M.	178
"	M.	166	"	M.	168			

Wie man sieht, lassen sich keine Beziehungen zwischen Daumenindex und Körpergrösse erkennen. Ebensowenig sind solche zwischen Daumenindex und Handlänge, etwa derartige, dass besonders langen

Händen ein besonders kurzer oder besonders langer Damen entspräche, zu constatiren; aus diesem Grunde habe ich den Maassstab für die Handlänge, die Länge des dritten Strahls, aus der obigen Zusammenstellung ganz fortgelassen. Erkennbare Unterschiede weist nur das Geschlecht auf: man sieht ohne weiteres, dass bei den niedrigen Indices das weibliche, bei den hohen das männliche stärker vertreten ist, wie ich es schon früher constatiren konnte. Deutlicher tritt dies in der folgenden abgekürzten Zusammenstellung auf, bei der wiederum, wie immer, die eingeklammerten Zahlen sich auf die früher, aus kleinerer Untersuchungsreihe, gewonnenen Ergebnisse beziehen:

Tabelle XVI. Beziehungen zwischen relativer Daumenlänge und Geschlecht.

Index	Männer	Weiber	Erwachsene	Männer : Weiber
55,1—57,5	—	2 (2)	3 (3)	
57,6—60,0	9 (5)	10 (7)	20 (12)	1 : 1,11 (1,40)
60,1—62,5	61 (40)	57 (31)	130 (82)	1 : 0,93 (0,78)
62,6—65,0	89 (56)	21 (16)	122 (80)	1 : 0,24 (0,29)
65,1—67,5	10 (8)	1 (1)	11 (9)	1 : 0,10 (0,13)
67,6—70,0	1 (1)	—	1 (1)	
56,7—62,4	67 (44)	67 (39)	147 (93)	1 : 1,00 (0,89)
62,5—67,7	103 (65)	24 (18)	140 (94)	1 : 0,23 (0,28)

Nicht nur das Schlussergebniss ist dasselbe geblieben, sondern auch die Vertheilung der Fälle auf die einzelnen Zwischenstufen: die Vermehrung der Gesammtzahl um die Hälfte hat ziemlich genau jede einzelne Zahl um die Hälfte wachsen lassen. Vielleicht noch deutlicher tritt dies auf der graphischen Darstellung hervor, wenn man Fig. 17 mit der entsprechenden früheren (l. c. Fig. 17) vergleicht. Berechnet man aus beiden Figuren (auf denen die Indices zu ganzen Zahlen abgerundet sind) die Mittelwerthe, so erhält man für Männer 63,0 und 62,8, für Weiber 61,7 und 61,7, für Erwachsene 62,4 und 62,5; als durchschnittliche Abweichung der einzelnen Fälle vom Mittelwerth (Oscillationsexponent) erhält man für Männer 1,4 und 1,4, für Weiber 1,1 und 1,3, für Erwachsene 1,5 und 1,5. —

Ebenso wenig wie beim ersten Strahl liessen sich bei den übrigen Fingern und Strahlen irgendwelche Beziehungen zur Körpergrösse oder Handlänge erkennen; ich werde daher bei ihnen nicht nur die Angaben über die Länge des dritten Strahls, sondern auch die über die Körpergrösse ganz fortlassen (s. Tabelle XVII).

Zuerst sei darauf aufmerksam gemacht, dass hier die Fälle, in denen das Endglied des Daumens die oben (S. 107) besprochene auffallende Verkürzung aufweist, eine abgeschlossene Gruppe besonders niedriger Indices ausmachen. Auf Tab. XV war diese Sonderstellung schon nicht mehr so ausgesprochen, in Folge des Hinzutretens der Metacarpallänge.

9*

Tabelle XVII. Relative Länge des ersten Fingers.

Index	Männer	Weiber	Unbek. Geschlechts	Index	Männer	Weiber	Unbek. Geschlechts
48,8	—	1* [1])	—	57,0	7	5	5
49,6	—	—	1*	57,1	4	4	1
50,5	1*	—	—	57,3	3	3	2
50,6	1*	—	—	57,4	3	—	2
51,1	2*	—	—	57,5	6	1	—
51,2	—	1*	—	57,6	8	1	2
52,0	1	—	—	57,7	2	2	1
52,6	1	—	—	57,8	2	1	—
53,1	1	2	—	57,9	2	—	1
53,8	—	1	—	58,0	3	5	1
53,6	1	—	—	58,1	10	—	—
53,8	—	1	—	58,2	7	3	—
54,0	—	1	—	58,3	4	—	1
54,8	2	1	—	58,4	1	1	—
54,7	2	1	—	58,5	—	—	1
54,8	—	—	1	58,6	2	—	1
54,9	2	2	—	58,7	4	—	—
55,0	2	—	—	58,8	3	1	—
55,2	4	2	—	58,9	8	—	1
55,3	1	2	—	59,0	1	4	—
55,4	3	3	—	59,1	9	1	—
55,6	5	4	—	59,3	7	—	—
55,7	8	3	—	59,5	—	3	—
55,8	2	6	—	59,6	2	—	—
55,9	1	2	—	59,8	7	—	—
56,0	—	1	—	59,9	—	—	1
56,1	3	5	—	60,0	2	—	—
56,2	1	1	—	60,2	—	—	1
56,8	3	4	1	60,4	1	1	—
56,4	1	2	—	60,5	—	1	—
56,5	3	3	—	60,7	1	—	—
56,6	2	1	—	61,5	1	—	—
56,7	5	—	1	64,4	1	—	—
56,8	5	1	1				

Der Einfluss des Geschlechts auf den Index tritt beim ersten Finger nicht so scharf hervor, wie beim ersten Strahl, ist aber immer noch deutlich, wie aus folgender abgekürzter Zusammenstellung hervorgeht:

Tabelle XVIII. Beziehungen zwischen relativer Länge des ersten Fingers und Geschlecht.

Index	Männer	Weiber	Erwachsene	Männer : Weiber
47,6—50,0		1 (1)	2 (2)	
50,1—52,5	5 (3)	1 (1)	6 (4)	
52,6—55,0	11 (6)	9 (4)	21 (11)	1 : 0,82 (0,67)
55,1—57,5	70 (43)	53 (35)	136 (88)	1 : 0,76 (0,81)
57,6—60,0	84 (54)	22 (14)	116 (75)	1 : 0,26 (0,26)
60,1—62,5	3 (2)	2 (2)	6 (5)	
62,6—65,0	1 (1)	—	1 (1)	
48,8—57,1	74 (45)	60 (39)	145 (93)	1 : 0,81 (0,87)
57,2—64,4	100 (64)	28 (18)	143 (93)	1 : 0,28 (0,28)

[1]) Die mit einem Sternchen * versehenen Fälle sind solche mit auffallender Verkürzung der Endphalanx des Daumens (s. oben S. 107).

Wenn man die jetzt erhaltenen Werthe mit den früheren (eingeklammerten) vergleicht, so sieht man, dass im Grossen und Ganzen die Verhältnisse dieselben geblieben sind, dass aber dies nicht so scharf und so gesetzmässig schon bei den einzelnen Unterabtheilungen hervortritt wie beim ganzen Daumen (vergl. Tabelle XVI). Ebenso zeigt die graphische Darstellung auf Fig. 18, wo die Indices auf ganze Zahlen abgerundet sind, grössere Unruhe und weniger geschlossenen Aufbau. Es beweist dies, dass der Daumen als Ganzes variirt, und secundär erst seine einzelnen Abschnitte; dass also die letzteren nicht jeder selbständig für sich, unabhängig von einander, variiren. Auf die Wichtigkeit dieser auch hier wieder festzustellenden Thatsache habe ich ja schon oben hingewiesen. —

Tabelle XIX. Relative Länge des zweiten Fingers.

Index	Männer	Weiber	Unbek. Geschlechts	Index	Männer	Weiber	Unbek. Geschlechts
84,5	1	—	—	88,5	14	3	1
84,7	1	—	—	88,6	5	3	1
85,0	2	—	—	88,7	2	1	—
85,2	2	—	—	88,8	3	3	—
85,5	—	1	—	88,9	6	3	1
85,6	1	—	—	89,0	7	4	—
85,7	1	—	—	89,1	2	1	—
85,9	3	—	—	89,2	10	1	2
86,0	2	—	2	89,4	4	3	1
86,2	—	2	—	89,5	5	4	1
86,3	4	—	—	89,6	—	—	1
86,4	—	4	—	89,7	3	1	1
86,5	4	—	—	89,8	7	—	1
86,6	6	1	—	89,9	2	3	—
86,7	3	1	—	90,0	4	2	—
86,8	3	1	—	90,1	5	5	—
87,0	4	1	—	90,2	2	2	2
87,1	1	1	1	90,4	—	3	1
87,2	5	3	—	90,5	—	3	—
87,4	8	2	—	90,7	1	3	—
87,5	5	1	2	90,8	—	1	—
87,6	4	2	1	90,9	2	—	—
87,7	1	—	—	91,0	—	3	—
87,8	3	6	1	91,1	1	2	—
87,9	3	2	1	91,2	2	1	—
88,0	7	1	1	91,3	2	—	—
88,1	—	1	1	92,0	—	1	—
88,2	8	2	1	92,2	1	—	—
88,3	1	—	—	93,0	1	—	—
88,4	2	3	1				

Beim Betrachten der Tabelle fällt ohne weiteres auf, dass bei den niederen Indices die männlichen, bei den höheren die weiblichen stärker vertreten sind. Schärfer tritt dies bei folgender Zusammenziehung hervor (s. Tabelle XX):

Der Unterschied bez. des Geschlechtes ist durch das Anwachsen der untersuchten Fälle schärfer hervorgetreten — die frühere Untersuchungsreihe (vergl. die eingeklammerten Werthe) zeigte ihn weniger

Tabelle XX. Beziehungen zwischen relativer Länge des zweiten Fingers und Geschlecht.

Index	Männer	Weiber	Erwachsene	Männer : Weiber
82,6—85,0	4 (4)		4 (4)	
85,1—87,5	52 (25)	18 (14)	75 (43)	1 : 0,85 (0,56)
87,6—90,0	103 (74)	49 (31)	169 (119)	1 : 0,48 (0,42)
90,1—92,5	16 (9)	24 (15)	43 (25)	1 : 1,50 (1,67)
92,6—95,0	1 (1)		1 (1)	
84,5—88,5	99 (57)	38 (26)	150 (94)	1 : 0,38 (0,46)
88,6—93,0	77 (56)	53 (34)	142 (98)	1 : 0,69 (0,61)

deutlich. Die einzelnen Positionen zeigen noch nicht das Anwachsen um die Hälfte, entsprechend der Vermehrung der Gesammtzahl, so regelmässig wie an anderen Punkten.

Vergleichen wir damit nun die Schwankungen im relativen Werthe des zweiten Strahls:

Tabelle XXI. Relative Länge des zweiten Strahls.

Index	Männer	Weiber	Unbek. Geschlechts	Index	Männer	Weiber	Unbek. Geschlechts
92,0	1	—	—	94,9	7	5	2
92,1	2	—	—	95,0	6	6	2
92,4	2	—	—	95,1	5	1	2
92,5	—	—	1	95,2	3	6	—
92,6	3	1	—	95,3	10	1	1
92,9	1	1	—	95,4	4	2	1
93,0	2	1	—	95,5	9	2	—
93,1	1	2	—	95,6	5	5	3
93,2	3	1	—	95,7	6	4	2
93,3	3	2	—	95,8	2	3	—
93,4	1	1	—	95,9	3	3	1
93,5	2	—	—	96,0	8	—	—
93,6	3	—	1	96,1	10	1	—
93,7	—	2	—	96,2	3	1	1
93,8	5	—	—	96,3	2	1	—
93,9	6	3	—	96,4	—	2	—
94,0	5	2	1	96,5	3	3	—
94,1	2	2	—	96,6	2	3	—
94,2	4	2	1	96,7	1	—	1
94,3	4	3	2	96,8	4	2	1
94,4	6	1	—	96,9	—	—	1
94,5	4	3	—	97,1	—	4	—
94,6	8	2	—	97,3	1	—	—
94,7	4	1	1	97,7	—	2	—
94,8	8	3	—	98,5	—	1	—

Mit Tabelle XIX verglichen lässt diese Tabelle lange nicht so scharfe Unterschiede in der Vertheilung der Fälle nach dem Geschlecht erkennen — eigentlich sogar gar keine. Erst die Zusammenziehung macht sie sichtbar (s. Tabelle XXII).

Also auch für den ganzen Strahl gilt es, dass das männliche Geschlecht bei den niedreren, das weibliche bei den höheren stärker vertreten ist; aber es tritt hier weit weniger hervor, als beim Finger, und

Tabelle XXII. Beziehungen zwischen relativer Länge des zweiten Strahls und Geschlecht.

Index	Männer	Weiber	Erwachsene	Männer : Weiber
90,1— 92,5	5 (2)		6 (3)	
92,6— 95,0	88 (55)	44 (31)	142 (95)	1 : 0,50 (0,56)
95,1— 97,5	81 (54)	44 (29)	139 (94)	1 : 0,54 (0,54)
97,6—100,0		3 (0)	3 (0)	
92,0— 95,0	93 (57)	44 (31)	148 (98)	1 : 0,47 (0,54)
95,1— 98,5	81 (54)	47 (29)	142 (94)	1 : 0,58 (0,54)

ist auch erst durch die Erweiterung der Untersuchung deutlich sichtbar geworden.

Die Vermehrung der untersuchten Fälle hat also hier, wie beim Finger, die Unterschiede schärfer hervortreten lassen; das macht es wahrscheinlich, dass es sich um charakteristische Verschiedenheiten handelt, also um Verschiedenheiten, die sich bei noch grösseren Untersuchungsreihen nicht wieder verwischen werden — was sonst bei der Geringfügigkeit des Unterschiedes durchaus im Bereiche der Möglichkeit liegen würde.

Wir haben also das Ergebniss, dass der zweite Strahl relativ, d. h. verglichen mit dem dritten Strahl, beim Weibe länger ist als beim Manne. Nun ist damit noch nicht entschieden, ob diese Schwankungen wirklich durch die verschiedene Längenentwicklung des z w e i t e n Strahls bedingt werden; es könnte ihnen ja auch die verschiedene Längenentwicklung des als Maassstab benutzten d r i t t e n Strahls zu Grunde liegen.

Aprioristisch könnte man diese Frage so entscheiden wollen: Die besondere Ausbildung des (Daumens und des) Zeigefingers ist etwas dem Menschen (und z. Th. auch schon den Affen) Eigenthümliches, also ein recenter Charakter; wenn also das Verhältniss zwischen beiden schwankt, so ist anzunehmen, dass der dritte Strahl der relativ constantere ist. Dass dem wirklich so ist, dass also der Zeigefinger thatsächlich beim Weibe relativ länger ist als beim Manne, gewinnt an Wahrscheinlichkeit, wenn wir ihn mit dem vierten Strahl, als dem Strahl, der beim Menschen, um mich so auszudrücken, ebenfalls keine besondere Veranlassung hat zu variiren, vergleichen. Wir wollen zu dem Behuf nicht erst sämmtliche Indices ausrechnen, sondern uns mit den auf S. 115 sich findenden Angaben begnügen, wonach der zweite Strahl m e s s b a r länger ist als der vierte beim Manne in 175 (112) Fällen 122 (78) mal = 69,7 (69,6) %, beim Weibe in 90 (60) Fällen 71 (45) mal = 78,9 (75,0) %.

Also das scheint festzustehen, dass der Zeigefinger, sowohl der Finger selbst als der ganze Strahl, beim Weibe relativ länger ist als beim Manne. Wenn nun aber die besondere Längenentwicklung des Zeigefingers ein recenter Charakter ist, so verstösst dieses Ergebniss

gegen jene Regel, nach der in solchen Fällen das Weib das conservativere, der Mann das fortschrittliche Element repräsentirt — so unhöflich zu sein, wie gewisse Autoren, und dem Weibe grössere Thierähnlichkeit zuzuschreiben, bin ich ausser Stande. Beim Daumen wird diese Regel so erfreulich innegehalten, das Weib zeigt hier seine conservativere Natur durch grössere Zurückhaltung in der Ausbildung der Daumenlänge. Weshalb weicht der Zeigefinger von dieser Regel ab? Die einzig zulässige Begründung, ein specifischer Geschlechtscharakter zu sein, kann er nicht beanspruchen. Ich weiss keinen stichhaltigen Grund vorzubringen und begnüge mich, wie stets in solchen Fällen, mit der Feststellung der Thatsache. Für diejenigen Leser jedoch, die in solchen Fällen unter allen Umständen eine Erklärung haben müssen, will ich den Gedanken andeuten, dass die grössere Lebhaftigkeit des weiblichen Geschlechts vielleicht zu einem häufigeren Gebrauch des Zeigefingers bei der Gesticulation führt . . . —

Gehen wir nunmehr zum vierten Finger über.

Tabelle XXIII. Relative Länge des vierten Fingers.

Index	Männer	Weiber	Unbek. Geschlechts	Index	Männer	Weiber	Unbek. Geschlechts
91,5	1	—	—	95,5	3	2	1
92,0	—	1	—	95,6	7	2	—
92,3	—	1	—	95,7	7	3	2
92,4	—	2	—	95,8	5	—	—
93,0	1	—	—	95,9	2	1	—
93,1	—	1	—	96,1	1	—	—
93,3	2	—	—	96,2	2	4	1
93,4	2	—	—	96,3	4	5	—
93,5	1	—	—	96,4	1	2	2
93,6	1	1	—	96,5	8	5	1
93,7	1	—	—	96,6	10	1	2
93,8	1	—	—	96,7	13	5	4
93,9	1	5	—	96,8	8	—	4
94,1	—	2	—	96,9	4	—	1
94,2	—	2	—	97,0	1	—	—
94,3	4	2	1	97,4	—	1	—
94,4	4	3	—	97,5	2	6	1
94,5	2	—	—	97,6	3	5	1
94,6	4	1	—	97,7	8	6	—
94,7	2	2	—	97,8	14	1	1
94,8	3	—	—	97,9	8	1	2
94,9	3	2	—	98,7	—	1	—
95,0	2	—	—	98,8	3	4	1
95,1	1	3	—	98,9	8	1	—
95,2	3	2	1	99,0	2	—	—
95,3	2	1	—	100,0	3	2	—
95,4	7	1	—				

Aus dieser Tabelle ist kaum etwas zu ersehen. Erst in der Zusammenziehung tritt eine stärkere Vertretung des weiblichen Geschlechts bei den niedrigeren Indices hervor; der Unterschied ist nicht bedeutend, indessen spricht der Umstand, dass er bei der Vergrösserung der Untersuchungsreihe constant geblieben ist, dafür, dass es sich dabei um ein typisches Verhalten handelt:

Tabelle XXIV. Beziehungen zwischen relativer Länge des vierten Fingers und Geschlecht.

Index	Männer	Weiber	Erwachsene	Männer : Weiber
90,1— 92,5	1 (1)	4 (1)	5 (2)	
92,6— 95,0	34 (24)	21 (15)	56 (40)	1 : 0,62 (0,68)
95,1— 97,5	91 (58)	44 (26)	154 (99)	1 : 0,48 (0,45)
97,6—100,0	49 (30)	21 (17)	75 (51)	1 : 0,48 (0,57)
91,5— 96,4	80 (49)	51 (33)	139 (90)	1 : 0,64 (0,67)
96,5—100,0	95 (64)	39 (26)	151 (102)	1 : 0,41 (0,41)

Der Unterschied verschwindet aber fast vollständig beim ganzen Strahl, wie wir aus folgender Zusammenstellung ersehen:

Tabelle XXV. Relative Länge des vierten Strahls.

Index	Männer	Weiber	Unbek. Geschlechts	Index	Männer	Weiber	Unbek. Geschlechts
90,4	—	1	—	93,7	4	1	1
90,5	1	1	—	93,8	3	4	1
91,0	—	1	—	93,9	5	1	—
91,1	1	1	—	94,0	6	2	1
91,3	1	—	—	94,1	2	2	—
91,4	1	—	—	94,2	6	2	—
91,6	1	2	—	94,3	5	5	1
91,7	1	1	—	94,4	4	1	1
91,8	3	2	—	94,5	1	2	—
91,9	1	1	—	94,6	4	2	1
92,0	1	—	—	94,7	3	1	—
92,1	3	—	—	94,8	5	1	—
92,2	2	2	1	94,9	4	2	2
92,3	2	—	—	95,0	6	2	—
92,4	4	1	—	95,1	3	1	—
92,5	8	2	—	95,2	3	4	—
92,6	7	3	—	95,3	6	2	—
92,7	4	2	—	95,4	2	1	—
92,8	—	2	2	95,5	3	—	—
92,9	9	—	1	95,6	1	2	1
93,0	6	6	1	95,7	2	1	—
93,1	3	3	1	95,9	1	1	—
93,2	4	4	1	96,0	2	—	—
93,3	9	4	1	96,1	1	1	—
93,4	6	1	2	96,2	1	—	2
93,5	10	1	—	97,1	—	1	—
93,6	3	4	3	97,3	2	—	—

Wie hier kein wahrnehmbarer Unterschied in der Vertheilung der männlichen und weiblichen Fälle hervortritt, ebenso wenig geschieht dies, wenn wir die Indices in Gruppen zusammenziehen:

Tabelle XXVI. Beziehungen zwischen relativer Länge des vierten Strahls und Geschlecht.

Index	Männer	Weiber	Erwachsene	Männer : Weiber
90,1—92,5	30 (15)	15 (7)	46 (23)	1 : 0,50 (0,47)
92,6—95,0	119 (78)	58 (38)	197 (131)	1 : 0,49 (0,49)
95,1—97,5	27 (22)	14 (12)	44 (37)	1 : 0,52 (0,55)
90,4—93,5	88 (55)	41 (25)	139 (88)	1 : 0,47 (0,45)
93,6—97,3	88 (60)	46 (32)	148 (103)	1 : 0,52 (0,53)

Der Unterschied, der allenfalls noch zu constatiren wäre, hat sich gegen die erste Untersuchungsreihe noch vermindert und ist überhaupt so gering, dass wir ihn als noch innerhalb der Fehlergrenzen liegend wohl unbeachtet lassen müssen. —

Tabelle XXVII. Relative Länge des fünften Fingers.

Index	Männer	Weiber	Unbek. Geschlechts	Index	Männer	Weiber	Unbek. Geschlechts
68,8	1	—	—	76,0	2	—	1
69,0	1	—	—	76,1	8	—	1
69,6	1	—	—	76,2	—	2	—
70,6	1	—	—	76,3	7	1	1
70,7	2	—	—	76,4	1	1	—
71,0	1	—	—	76,5	2	—	—
71,1	1	—	—	76,7	5	1	—
71,3	1	—	—	76,8	1	—	2
71,6	1	1	—	76,9	3	2	—
71,7	2	—	—	77,0	2	—	1
72,0	1	2	—	77,1	3	—	1
72,1	1	—	—	77,2	2	—	1
72,2	1	1	—	77,3	4	1	—
72,3	2	—	—	77,4	2	—	—
72,4	1	—	—	77,5	1	1	—
72,5	1	—	—	77,6	—	1	1
72,6	1	—	—	77,7	—	—	1
72,8	—	2	—	77,8	3	3	—
72,9	1	—	—	77,9	4	2	—
73,1	2	2	—	78,0	1	—	—
73,2	1	3	—	78,1	1	—	—
73,3	5	1	—	78,2	4	—	—
73,4	—	2	—	78,3	1	3	—
73,5	3	—	—	78,4	3	1	—
73,6	4	2	—	78,5	2	3	1
73,7	3	—	—	78,7	—	—	1
73,8	—	—	1	78,9	1	—	—
73,9	2	2	1	79,0	—	3	—
74,0	2	—	—	79,1	3	4	—
74,1	1	1	—	79,2	1	—	1
74,2	2	2	2	79,3	1	—	—
74,4	5	5	—	79,5	1	—	—
74,5	1	—	—	79,6	1	—	—
74,7	11	6	1	80,0	3	2	—
75,0	7	4	2	80,2	3	—	1
75,3	13	7	1	80,7	3	—	—
75,6	3	9	4	81,1	1	—	—
75,8	6	2	—	81,9	1	—	—
75,9	3	6	—				

Ein merklicher Unterschied in der Vertheilung der Fälle scheint in Bezug auf das Geschlecht nicht vorzuliegen, tritt aber hervor, wenn wir die Fälle mehr zusammenfassen (s. Tabelle XXVIII).

Die beiden letzten Reihen dieser Tabelle weisen dem weiblichen Geschlecht einen etwas niedrigeren Index zu, und zwar ist dies mit dem Anwachsen der Reihe noch schärfer hervorgetreten, scheint also typisch zu sein; aber die weniger gedrängte Zusammenziehung der sechs oberen Reihen lässt diese Verschiedenheit sehr unregelmässig auftreten; bei 75,1—77,5 zeigt das Verhältniss zwischen männlichen

Tabelle XXVIII. Beziehungen zwischen relativer Länge des fünften Fingers und Geschlecht.

Index	Männer	Weiber	Erwachsene	Männer : Weiber
67,6—70,0	3 (1)		3 (1)	
70,1—72,5	16 (9)	4 (3)	20 (12)	1 : 0,25 (0,33)
72,6—75,0	51 (30)	32 (18)	90 (52)	1 : 0,63 (0,60)
75,1—77,5	68 (45)	33 (22)	114 (77)	1 : 0,49 (0,49)
77,6—80,0	30 (21)	22 (17)	57 (42)	1 : 0,73 (0,81)
80,1—82,5	8 (7)		9 (8)	
68,3—75,6	86 (51)	52 (29)	150 (89)	1 : 0,60 (0,57)
75,8—81,9	90 (62)	39 (31)	143 (103)	1 : 0,43 (0,50)

und weiblichen Fällen eine Einsenkung, die auch schon bei den eingeklammerten Werthen hervortritt. Werfen wir nochmals einen Blick auf Tabelle XXVII, so sehen wir, wie die Indices um 77,0 herum beim weiblichen Geschlechte auffallend spärlich vertreten sind, was noch schärfer hervortritt, wenn wir die Tabelle weniger zusammenziehen, indem wir uns nur darauf beschränken, die Indices auf ganze Zahlen abzurunden:

Tabelle XXVIIIa. Beziehungen zwischen relativer Länge des fünften Fingers und Geschlecht.

Index	Männer	Weiber	Erwachsene	Männer : Weiber
68	1 (1)		1 (1)	
69	1 (0)		1 (0)	
70	1 (0)		1 (0)	
71	6 (1)		6 (1)	
72	9 (7)	4 (3)	13 (10)	1 : 0,44 (0,43)
73	11 (10)	10 (4)	21 (14)	1 : 0,91 (0,40)
74	22 (12)	12 (9)	38 (24)	1 : 0,55 (0,75)
75	32 (18)	17 (9)	53 (29)	1 : 0,53 (0,50)
76	30 (15)	21 (14)	58 (35)	1 : 0,70 (0,93)
77	24 (20)	**4** (**3**)	33 (27)	1 : **0,17** (**0,15**)
78	18 (14)	11 (10)	31 (25)	1 : 0,61 (0,71)
79	8 (4)	10 (7)	21 (13)	1 : 0,25 (0,75)
80	8 (6)	2 (1)	11 (8)	1 : 0,25 (0,17)
81	4 (4)		4 (4)	
82	1 (1)		1 (1)	

Hier entspricht dem Index 77 beim weiblichen Geschlechte eine tiefe Einsenkung, die beim Anwachsen der Reihe constant geblieben ist. Sie gliedert eine besondere Gruppe höherer Indices ab. Womit diese Gruppirung in Verbindung steht, ist vorläufig noch nicht abzusehen; jedenfalls aber scheint dieser Punkt zu verdienen, dass man ihn im Auge behält.

Durch das Hinzutreten des Metacarpale werden die Eigenthümlichkeiten in der Vertheilung der weiblichen Fälle vollständig wieder verwischt, wie wir an folgender Zusammenstellung erkennen:

Tabelle XXIX. Relative Länge des fünften Strahls.

Index	Männer	Weiber	Unbek. Geschlechts	Index	Männer	Weiber	Unbek. Geschlechts
74,1	1	—	—	79,1	4	1	1
74,5	1	—	—	79,2	3	—	—
75,0	1	—	—	79,3	4	5	—
75,2	1	—	—	79,4	—	2	2
75,4	—	1	—	79,5	8	1	2
75,5	—	1	—	79,6	2	3	2
75,6	—	1	—	79,7	8	1	—
75,7	—	—	1	79,8	1	—	—
75,9	2	—	—	79,9	3	5	—
76,1	2	—	—	80,0	9	2	—
76,4	2	—	—	80,1	2	2	1
76,5	2	—	—	80,2	1	—	—
76,6	1	3	—	80,3	6	2	—
76,8	1	—	—	80,4	3	2	1
76,9	3	1	—	80,5	1	1	3
77,0	5	2	—	80,6	—	2	—
77,1	3	—	—	80,7	1	3	—
77,2	4	3	—	80,8	4	1	1
77,3	2	1	1	80,9	1	1	—
77,4	5	2	—	81,0	1	1	—
77,5	2	—	—	81,1	3	—	—
77,6	3	2	—	81,2	1	1	—
77,7	4	2	1	81,3	3	—	—
77,8	4	2	1	81,5	2	2	—
77,9	1	1	—	81,6	1	—	—
78,0	4	—	1	81,8	1	—	—
78,1	2	—	1	81,9	1	1	—
78,2	1	2	—	82,1	3	1	—
78,3	7	1	2	82,3	1	1	—
78,4	4	2	1	82,4	2	—	—
78,5	3	4	—	82,5	1	—	—
78,6	1	3	1	82,6	—	1	—
78,7	6	3	—	82,7	1	—	—
78,8	3	5	—	83,0	2	—	1
78,9	4	4	—	83,3	1	—	—
79,0	2	1	1	83,7	1	—	—

Auch in zusammengezogener Gestalt ergiebt diese Tabelle keine typischen Unterschiede in der Vertheilung der männlichen und der weiblichen Tabelle:

Tabelle XXX. Beziehungen zwischen relativer Länge des fünften Strahls und Geschlecht.

Index	Männer	Weiber	Erwachsene	Männer : Weiber
72,6—75,0	3 (0)		3 (0)	
75,1—77,5	35 (24)	15 (6)	52 (32)	1 : 0,43 (0,25)
77,6—80,0	91 (59)	52 (40)	159 (111)	1 : 0,57 (0,68)
80,1—82,5	39 (27)	21 (16)	67 (49)	1 : 0,54 (0,59)
82,6—85,0	5 (4)	1 (0)	7 (5)	
74,1—79,0	87 (57)	47 (30)	145 (97)	1 : 0,54 (0,53)
79,1—83,7	86 (57)	42 (32)	143 (100)	1 : 0,49 (0,56)

Der geringfügige Unterschied, den die beiden letzten Reihen zu Gunsten des männlichen Geschlechts konstatiren, fällt vollends fort,

wenn wir sehen, dass er in der ersten Untersuchungsreihe entgegengesetzt war. —

Fassen wir alles zusammen, so haben wir beim Weibe eine stärkere Vertretung der niedrigeren Indices gefunden für den ersten, vierten und fünften Finger, sowie für den ersten Strahl, eine stärkere Vertretung der höheren für den zweiten Finger. Annähernd gleich verhielten sich die Indices beim zweiten, vierten und fünften Strahl. Setzen wir aber statt der Gesammtheit der einzelnen Indices den Durchschnittsindex, wie es auf Tabelle XIV (s. d.) geschehen ist, so bleiben merkliche Unterschiede nur bestehen beim ersten und zweiten Finger, sowie beim ersten Strahl. Das deutet darauf hin, dass hier noch verwickeltere Beziehungen zu Grunde liegen müssen. Eine der Schwierigkeiten, die der Lösung noch entgegenstehen, habe ich bereits oben erwähnt, indem ich die Frage erörterte, ob überhaupt und mit welchem Recht der dritte Finger bei der Vergleichung zu Grunde gelegt werden darf. Wir werden weiter unten nochmals auf diese Frage zurückkommen.

Besondere Gruppenbildungen haben wir wahrnehmen können: 1. bei beiden Geschlechtern eine Gruppe besonders niedriger Indices für den ersten Finger und den ersten Strahl, bedingt durch auffallende Verkürzung der Endpalanx; 2. beim weiblichen Geschlecht eine Gruppe besonders hoher Indices für den fünften Finger, deren Bedeutung wir noch nicht festzustellen vermochten.

Vom letzteren Umstande abgesehen, gruppiren sich die weiblichen Fälle im grossen und ganzen ähnlich wie die männlichen. Es lassen sich indessen auch Unterschiede im Verhalten der Variationsbreite erkennen. Meistens fällt die Variationsbreite der weiblichen Fälle innerhalb derjenigen der männlichen, d. h. die letzteren greifen im Minimum und im Maximum über sie hinaus. Wenn dies, z. Th. wenigstens, vielleicht seine Erklärung in der geringen Anzahl der weiblichen Fälle finden könnte, so kommen darin doch auch bemerkenswerthe Ausnahmen vor, wie wir an folgender Zusammenstellung ersehen können:

Tabelle XXXI. Geschlechtliche Unterschiede in den Variationsbreiten der relativen Finger- und Strahllängen.

a) Strahlen.

Strahl	Geschlecht	Mittelwerth	Minimum	Maximum	Variationsbreite
erster	M.	62,9	57,7	67,7	10,0
„	W.	61,6	56,7	65,4	8,7
zweiter	M.	94,9	92,0	97,8	5,8
„	W.	95,1	92,6	98,5	5,9
vierter	M.	93,8	90,5	97,3	6,8
„	W.	93,7	90,4	97,1	6,7
fünfter	M.	79,1	74,1	83,7	9,6
„	W.	79,2	75,4	82,6	7,2

b) Finger.

Finger	Geschlecht	Mittelwerth	Minimum	Maximum	Variationsbreite
erster	M.	57,4	50,5	64,4	13,9
„	W.	56,4	48,8	60,5	11,7
zweiter	M.	88,4	84,5	93,0	8,5
„	W.	88,8	85,5	92,0	6,5
vierter	M.	96,4	91,5	100,0	8,5
„	W.	96,2	92,0	100,0	8,0
fünfter	M.	75,7	68,8	81,9	13,6
„	W.	75,7	71,6	80,0	8,4

Wenn das Minimum der weiblichen Indices beim ersten Finger bzw. Strahl noch unter das der männlichen heruntergeht, so wird uns dies wenig wundern angesichts des ausgesprochen kürzeren Daumens. Auffallender ist schon, dass das Maximum der weiblichen Indices über das der männlichen so entschieden hinausgeht beim zweiten Strahl (vergl. auch Tabelle XXI), so dass die absolute Variationsbreite in diesem einzigen Falle beim weiblichen Geschlecht grösser ist als beim männlichen — beim zweiten Finger würden wir dieses Verhalten eher erwartet haben. Ferner ist bemerkenswerth die auffallend geringe Variationsbreite, die das weibliche Geschlecht gegenüber dem männlichen aufweist beim fünften Strahl, und weit mehr noch beim fünften Finger; und ebenso die grosse Uebereinstimmang beim vierten Strahl und beim vierten Finger. —

Das wichtigste Ergebniss dieser Untersuchung über die relativen Finger- und Strahllängen scheint mir aber darin gegeben zu sein, dass auch hier die vielen einzelnen Resultate durch die Vermehrung der Gesammtzahl der Fälle um die Hälfte so gut wie gar keine Veränderung erfahren haben. Es beweist dies wiederum, dass das hier zu Grunde gelegte Material vollständig ausreicht, um ein treues Bild der realen Verhältnisse zu geben. Die verschiedenen Curven zeigen keine Neigung, zu typischen zu werden, zeigen aber stets gleichen Aufbau; daraus ersehen wir, dass wir es nicht mit einem homogenen Material zu thun haben, wohl aber mit solchem, das homogene Einzelreihen in constantem Mischungsverhältniss einschliesst. —

Gliederung des Handskelets.

Im zweiten Beitrage hatte ich die Vermuthung ausgesprochen, dass die Gesetzmässigkeit in den Zahlen der Tabelle XV, welche die Gliederung der einzelnen Finger in Procenten des ganzen Fingers angab, gegen Zufälligkeit spräche, dass sie vielmehr zu der Erwartung berechtige, dass die Procentverhältnisse auch bei Vermehrung der Fälle constant bleiben werden. Wie glänzend sich diese Voraussage bestätigt hat, sehen wir an folgender Tabelle, welche die früher gefundenen und die jetzigen Resultate neben einander stellt:

Tabelle XXXII. Gliederung der Finger.

a) Männer.

1. nach 115 Händen:

Gph.	56,5	48,4	48,0	47,0	47,1
Mph.	—	29,3	31,5	31,2	27,9
Eph.	43,5	22,1	20,6	21,9	25,1
Sa.	100,0	99,8	100,1	100,1	100,1

2. nach 180 Händen:

Gph.	56,5	48,4	48,0	47,0	47,2
Mph.	—	29,5	31,6	31,3	28,0
Eph.	43,5	22,0	20,5	21,8	24,9
Sa.	100,0	99,9	100,1	100,1	100,1

b) Weiber.

1. nach 62 Händen:

Gph.	57,8	49,1	48,5	47,5	47,5
Mph.	—	29,7	31,9	31,6	28,3
Eph.	42,6	21,2	19,7	21,2	24,4
Sa.	100,4	100,0	100,1	100,3	100,2

2. nach 98 Händen:

Gph.	57,7	49,1	48,5	47,5	47,5
Mph.	—	29,6	31,8	31,4	28,3
Eph.	42,6	21,3	19,8	21,2	24,4
Sa.	100,3	100,0	100,1	100,1	100,2

Diese Uebereinstimmung muss um so mehr auffallen, als die Mittelzahlen für das weibliche Geschlecht noch nicht constant waren, sondern durch das Anwachsen der Reihe, wenn auch nicht beträchtlich, so doch merklich modificirt wurden (vergl. oben Tabelle II und die dran anschliessenden Ausführungen).

Gleiches Constantbleiben der Verhältnisszahlen haben wir festzustellen, wenn wir die Länge der einzelnen Abschnitte in Procenten des ganzen Strahls ausdrücken:

Tabelle XXXIII. Gliederung des Handskelets (Strahllänge = 100).

a) Männer.

1. nach 115 Händen:

Met.	46,1	44,9	40,9	39,4	43,3
Gph.	30,5	26,7	28,3	28,5	26,7
Mph.	—	16,1	18,6	18,9	15,8
Eph.	23,4	12,2	12,1	13,3	14,3
Sa.	100,0	99,9	99,9	100,1	100,1

2. nach 180 Händen:

Met.	46,1	45,0	41,0	39,3	43,4
Gph.	30,5	26,6	28,3	28,5	26,7
Mph.	—	16,2	18,6	19,0	15,8
Eph.	23,4	12,1	12,1	13,2	14,1
Sa.	100,0	99,9	100,0	100,0	100,0

b) Weiber.

1. nach 62 Händen:

Met.	46,4	45,2	41,3	39,8	43,7
Gph.	31,1	26,9	28,5	28,6	26,7
Mph.	—	16,3	18,7	19,0	15,9
Eph.	22,8	11,6	11,5	12,7	13,7
Sa.	100,3	100,0	100,0	100,1	100,0

2. nach 98 Händen:

Met.	46,3	45,2	41,3	39,8	43,7
Gph.	31,0	27,0	28,5	28,6	26,7
Mph.	—	16,2	18,7	18,9	15,9
Eph.	22,9	11,7	11,6	12,8	13,7
Sa.	100,2	100,1	100,1	100,1	100,0

Es bleibt also in Giltigkeit, wenn ich den Unterschied in der Gliederung dahin definirte, dass beim weiblichen Geschlecht die Endphalanx einen kleineren Abschnitt der Gesammtlänge ausmacht, als beim männlichen.

Eine bessere Uebersicht über die zwischen beiden Geschlechtern obwaltenden Verschiedenheiten im Aufbau des Handskelets erhalten wir, wenn wir die Länge der ganzen Strahlen wie ihrer einzelnen Abschnitte beim Weibe in Procenten der entsprechenden Werthe des Mannes ausdrücken, wie es in folgender Tabelle geschieht:

Tabelle XXXIV. Procentisches Verhältniss der Mittelzahlen beider Geschlechter (M. = 100).

1. nach 115 Männern und 62 Weibern:

Met.	93,0	95,0	95,2	95,2	95,1
Gph.	94,2	95,4	94,9	94,6	94,4
Mph.	—	95,8	95,1	94,9	94,8
Eph.	90,8	90,4	89,8	90,6	90,8
Finger	92,1	94,1	93,8	93,7	93,6
Strahl	92,4	94,1	94,8	94,4	94,3

Mittlere Körperlänge 100 : 94,2.

2. nach 180 Männern und 93 Weibern:

Met.	92,4	94,4	94,4	94,5	94,5
Gph.	93,5	95,1	94,3	94,1	93,8
Mph.	—	94,1	94,1	93,4	94,8
Eph.	89,8	90.9	89,8	90,5	91,2
Finger	91,2	93,8	93,8	93,1	93,8
Strahl	91,9	94,0	93,7	93,6	93,8

Mittlere Körperlänge 100 : 94,8.

Hier haben sich die Zahlen etwas geändert, da (cf. Tabelle II) die Mittelzahlen für das weibliche Geschlecht etwas kleiner geworden sind.

Wenn aber dadurch auch die Vermuthung nahe gelegt wird, dass eine weiter fortgesetzte Untersuchung die Zahlen noch beeinflussen könnte, so treten doch schon mehrere Punkte als constant hervor.

Die Finger sind mit dem Metacarpus verglichen beim Weibe relativ kürzer als beim Manne; dagegen macht sich die Verkürzung des Daumens hauptsächlich am Metacarpale geltend. Eine weitgehende Uebereinstimmung zeigen die Procentsätze für Met. II—V, ferner für Finger III—V und für Strahl II—V. Besonders hoch ist der Procentsatz für Grundphalanx II.

Als ungefähren Maassstab zur Beurtheilung der Verhältnisszahlen habe ich das Verhältniss der Körperlängen, wie die Tabelle II angab, beigesetzt. Sie waren dort gewonnen, indem ich aus den einzelnen Körperlängen, wie sie für jede Hand vorlag, die Mittelzahl zog. Leider war nun zu 20 männlichen und 8 weiblichen Händen die Körperlänge nicht bekannt. Dass man das Längenverhältniss aber als einigermassen zuverlässig ansehen kann, ergiebt sich daraus, dass wir ein ähnliches erhalten, wenn wir auf andere Weise vorgehen. Für 174 nicht beerdigte [1]) männliche Leichen erhielt ich als mittlere Körperlänge 166,0 cm, für 94 ebensolche weiblichen 156,0, was ein Verhältniss von 100 : 94,0 ergiebt. Weiter unten werden wir sehen, wie bei den Füssen, auf dieselbe Weise wie bei den Händen berechnet, das Verhältniss sich früher auf 93,9, jetzt auf 93,8 stellt. Wir werden also etwa die Zahl 94,0 zu Grunde legen können. Alsdann gestalten sich aber die Grössenbeziehungen etwas anders, als wie wir sie oben erhielten, wo wir den dritten Finger resp. Strahl als Maasseinheit benutzten, und wir sehen alle Finger und Strahlen beim Weibe mehr

---

[1]) Weshalb wir hier nur diejenigen Leichen berücksichtigen können, auf deren Beerdigung die Angehörigen verzichtet haben, habe ich oben (S. 111) auseinandergesetzt.

oder weniger kürzer als beim Manne mit einziger Ausnahme des zweiten Strahls, der sozusagen normale Länge besitzt; und alle Mühe und Sorge, für die anscheinend grössere Länge des weiblichen Zeigefingers eine plausible Erklärung zu finden, ist gegenstandslos geworden. —

Soweit über die Geschlechtsunterschiede der männlichen und der weiblichen Hand im allgemeinen. Im besonderen, also im vorliegenden concreten Fall, entscheiden zu wollen, ob wir es mit einer männlichen oder einer weiblichen Hand zu thun haben, erscheint mir jetzt noch genau so unausführbar wie früher. Nachdem ich inzwischen bald die vierhundertste Hand und den vierhundertsten Fuss macerirt habe, kann ich dem, was ich im zweiten Beitrage (S. 60 sq.) über diesen Punkt gesagt habe, nichts Neues hinzufügen. Bei wahrnehmbaren Epiphysengrenzen kann die Schätzung des Alters noch um fast 10 Jahre fehlgehen. Hochgradige Osteoporose deutet auf Greisenalter, findet sich aber gelegentlich auch bis zum dreissigsten Jahre herab. Kürzlich habe ich bei einem 46 jährigen kräftigen Manne ganz darauf verzichten müssen die Füsse zu skeletiren, wegen allzu hochgradiger Osteoporose (vergl. 3. Beitrag S. 114!), da ich beim sorgsamsten Auseinanderpräpariren schon beständig die Knochen verletzte, die sich wie ein nasser Schwamm zwischen den Händen zusammendrücken liessen.

Um die Unmöglichkeit zu erweisen, aus der äusseren Gestaltung der Knochen auf die Ausbildung der Musculatur, und damit auf Geschlecht, Alter, Beschäftigung, Lebensweise, Körperbau u. s. w. u. s. w. einen einigermaassen sicheren Rückschluss zu ziehen — während doch andere Beobachter daraus gleich auch noch Gemüthsart, Civilstand, Steuerklasse und Hausnummer des Verewigten feststellen zu können glauben —, habe ich im zweiten Beitrag (s. daselbst, Tabelle XVII) eine Zusammenstellung gegeben, die ich seitdem noch bedeutend habe erweitern können. Ich verzichte indessen darauf, sie hier nochmals zu geben, nachdem ich sie im vierten Beitrage (s. das. Tab. IX) schon in anderer Veranlassung mitgetheilt habe.

Fussskelet.

Das Material, welches den nachfolgenden Betrachtungen zu Grunde gelegt ist, beträgt jetzt (also einschliesslich des früheren Materials):

Männer	rechter Fuss	linker Fuss	Sa.	
84 beiderseits	84	84	168	
31 einseitig	13	18	31	
				199
Weiber				
35 beiderseits	35	35	70	
14 einseitig	5	9	14	
				84
Unbek. Geschl.				
1 beiderseits	1	1	2	
16 einseitig	7	9	16	
				18
Sa.	145	156		301

Die Fortsetzung der Messungen hatte folgende Ergebnisse:

Tabelle XXXV. Directe Messungsergebnisse.

Nr. 184 (1886/87 Nr. 50) Männl. 50 Jahr. 162 cm. Links.

Met.	58	68	64	62	57	
Gph.	28	27	24	23	20	
Mph.	—	12	8	7	5	
Eph.	24	10	11	10	9	
Zehe	52	49	43	40	34	
Strahl	110	117	107	102	91	

Nr. 185 (1887/88 Nr. 56). Weibl. 59 Jahr. 154 cm. Links.

Met.	56	65	63	62	59	
Gph.	28	24	22	21	20	
Mph.	—	7	6	5	4	}13
Eph.	22	10	11	11	9	
Zehe	50	41	39	37	33	
Strahl	106	106	102	99	92	

Nr. 33 (1887/88 Nr. 62). Männl. 30 Jahr. Rechts.

Met.	56	67	64	64	61	
Gph.	27	26	23	22	20	
Mph.	—	8	7	6		}14
Eph.	28	11	12	9		
Zehe	55	45	42	37	34	
Strahl	111	112	106	101	95	

Nr. 186 dass., links.

Met.	56	68	65	64	60	
Gph.	29	27	23	20	21	
Mph.	—	8	7	6	5	}14
Eph.	27	11	12	9	9	
Zehe	56	46	42	35	35	
Strahl	112	114	107	99	95	

Nr. 187 (1888/89 Nr. 34). Männl. 46 Jahr. 159 cm. Rechts.

Met.	56	68	67	65	60	
Gph.	29	26	24	22	22	
Mph.	—	12	8	7	4	}13
Eph.	23	8	10	10	9	
Zehe	52	46	42	39	35	
Strahl	108	114	109	104	95	

Nr. 188 dass., links.

Met.	56	70	66	66	61	
Gph.	30	26	24	23	22	
Mph.	—	11	8	7	4	}14
Eph.	22	9	11	11	10	
Zehe	52	46	43	41	36	
Strahl	108	116	109	107	97	

Nr. 178 (1888/89 Nr. 35). Männl. 78 Jahr. 159 cm. Rechts.

Met.	60	70	68	65	61	
Gph.	32	29	27	24	23	
Mph.	—	14	7	6		}15
Eph.	25	11	13	13		
Zehe	57	54	47	43	38	
Strahl	117	124	115	108	99	

Nr. 63 dass., links.

Met.	59	70	67	66	61	
Gph.	30	28	26	24	23	
Mph.	—	14	7	6		}14
Eph.	24	11	13	?		
Zehe	54	53	46	?	37	
Strahl	113	123	113	?	98	

Nr. 189 (1888/89 Nr. 36). Weibl. 54 Jahr. 144 cm. Rechts.

Met.	49	60	57	58	54
Gph.	24	24	22	20	19
Mph.	—	10	9	6	5
Eph.	22	8	9	8	9
Zehe	46	42	40	34	33
Strahl	95	102	97	92	87

Nr. 190 dass., links.

Met.	49	60	58	58	54
Gph.	23	23	22	20	19
Mph.	—	10	8	6	5
Eph.	22	7	7	8	5
Zehe	45	40	37	34	29
Strahl	94	100	95	92	83

Nr. 191 (1888/89 Nr. 40). Männl. 37 Jahr. 176 cm. Rechts.

Met.	65	78	74	69	65	
Gph.	32	30	27	26	22	
Mph.	—	14	9	8	5	} 14
Eph.	23	10	10	11	9	
Zehe	55	54	46	45	36	
Strahl	120	132	120	114	101	

Nr. 192 dass., links.

Met.	65	77	73	69	65	
Gph.	25	30	27	25	19	
Mph.	—	14	10	9	5	} 14
Eph.	25	9	10	11	9	
Zehe	50	53	47	45	33	
Strahl	115	130	120	114	98	

Nr. 70 (1888/89 Nr. 42). Männl. 42 Jahr. Rechts.

Met.	56	69	67	64	61
Gph.	26	25	22	21	20
Mph.	—	14	13	12	6
Eph.	23	9	10	10	9
Zehe	49	48	45	43	35
Strahl	105	117	112	107	96

Nr. 193 dass., links.

Met.	56	69	65	63	61
Gph.	27	25	23	22	21
Mph.	—	15	13	12	6
Eph.	24	10	10	11	8
Zehe	51	50	46	45	35
Strahl	107	119	111	108	96

Nr. 182 (1888/89 Nr. 43). Männl. 37 Jahr. 171 cm. Rechts.

Met.	62	73	70	69	65	
Gph.	27	28	26	23	22	
Mph.	—	13	8	7		} 15
Eph.	24	12	12	12		
Zehe	51	53	46	42	37	
Strahl	113	126	116	111	102	

Nr. 194 dass., links.

Met.	61	74	71	69	66	
Gph.	27	28	24	22	22	
Mph.	—	12	8	7	5	}
Eph.	23	11	13	12	?	
Zehe	50	51	45	41	?	
Strahl	111	125	116	110	?	

Nr. 195 (1888/89 Nr. 50). Weibl. 61 Jahr. 161 cm. Rechts.

Met.	58	72	70	69	65	
Gph.	28	26	25	22	22	
Mph.	—	13	10	7	6	} 16
Eph.	23	11	11	11	10	
Zehe	51	50	46	40	38	
Strahl	109	122	116	109	103	

Nr. 196 (1888/89 Nr. 54). Weibl. 55 Jahr. 160 cm. Rechts.

Met.	58	71	65	63	58	
Gph.	27	28	25	24	22	
Mph.	—	14	8	7	5	} 14
Eph.	27	10	13	11	9	
Zehe	54	52	46	42	36	
Strahl	112	123	111	105	94	

Nr. 197 (1888/89 Nr. 58). Männl. 55 Jahr. 166 cm. Rechts.

Met.	62	71	65	64	61	
Gph.	30	27	24	22	22	
Mph.	—	13	8	7	5	} 13
Eph.	23	9	11	9	8	
Zehe	53	49	43	38	35	
Strahl	115	120	108	102	96	

Nr. 198 dass., links.

Met.	60	71	67	65	61	
Gph.	30	27	23	22	22	
Mph.	—	13	8	7	5	} 13
Eph.	23	9	11	11	8	
Zehe	53	49	42	40	35	
Strahl	113	120	109	105	96	

Nr. 199 (1888/89 Nr. 60). Männl. 46 Jahr. 172 cm. Rechts.

Met.	63	75	72	71	68	
Gph.	34	30	27	26	25	
Mph.	—	15	13	8	6	} 17
Eph.	25	11	12	12	11	
Zehe	59	56	52	46	42	
Strahl	122	131	124	117	110	

Nr. 183 dass., links.

Met.	62	75	72	71	67	
Gph.	34	31	28	27	26	
Mph.	–	14	13	8		} 16
Eph.	24	12	10	10		
Zehe	58	57	51	45	42	
Strahl	120	132	123	116	109	

Nr. 200 (1888/89 Nr. 64). Männl. 62 Jahr. 157 cm. Rechts.

Met.	56	70	64	64	60	
Gph.	29	24	22	21	20	
Mph.	—	12	7	6	3	} 12
Eph.	23	9	11	11	9	
Zehe	52	45	40	38	32	
Strahl	108	115	104	102	92	

Nr. 201 dass., links.

Met.	56	70	66	64	60	
Gph.	29	24	22	21	20	
Mph.	—	12	7	6	3	} 12
Eph.	23	10	11	11	9	
Zehe	52	46	40	38	32	
Strahl	108	116	106	102	92	

10*

Nr. 202 (1888/89 Nr. 66). Männl. 55 Jahr. 154 cm. Rechts.

Met.	52	67	65	66	62
Gph.	29	28	25	22	21
Mph.	—	15	12	11	7
Eph.	25	9	11	10	9
Zehe	54	52	48	43	37
Strahl	106	119	113	109	99

Nr. 203 dass., links.

Met.	52	68	66	67	59
Gph.	30	28	25	22	21
Mph.	—	15	13	10	7
Eph.	25	9	10	10	9
Zehe	55	52	48	42	37
Strahl	107	120	114	109	96

Nr. 204 (1888/89 Nr. 67). Männl. 30 Jahr. 164 cm. Rechts.

Met.	64	70	66	65	62
Gph.	30	28	26	24	22
Mph.	—	13	8	7	6
Eph.	25	10	11	11	9
Zehe	55	51	45	42	37
Strahl	119	121	111	107	99

Nr. 83 dass., links.

Met.	62	70	66	66	64
Gph.	29	27	25	23	21
Mph.	—	12	11	7	5
Eph.	24	10	11	10	9
Zehe	53	49	47	40	35
Strahl	115	119	113	106	99

Nr. 205 (1889/90 Nr. 25). Männl. 25 Jahr. 158 cm. Rechts.

Met.	57	69	64	62	59
Gph.	28	26	23	23	21
Mph.	—	14	13	10	5
Eph.	22	8	9	9	8
Zehe	50	48	45	42	34
Strahl	107	117	109	104	93

Nr. 206 dass., links.

Met.	57	69	64	62	59
Gph.	28	26	23	22	20
Mph.	—	14	13	10	5
Eph.	22	8	9	9	8
Zehe	50	48	45	41	33
Strahl	107	117	109	103	92

Nr. 207 (1889/90 Nr. 31). Männl. 65 Jahr. 164 cm. Rechts.

Met.	65	75	72	72	67
Gph.	34	?	27	26	25
Mph.	—	17	14	10	7
Eph.	28	11	13	13	11
Zehe	62	?	54	49	43
Strahl	127	?	126	121	110

Nr. 208 dass., links.

Met.	65	75	72	72	65
Gph.	34	30	27	26	25
Mph.	—	19	13	8	6
Eph.	28	11	12	13	11
Zehe	62	60	52	47	42
Strahl	127	135	124	119	107

Nr. 209 (1889/90 Nr. 32). Männl. 65 Jahr. 170 cm. Rechts.

Met.	62	77	72	71	65
Gph.	33	30	27	25	23
Mph.	—	17	16	11	7
Eph.	25	10	10	10	10
Zehe	58	57	53	46	40
Strahl	120	134	125	117	105

Nr. 210 dass., links.

Met.	62	78	74	72	66
Gph.	33	30	28	26	23
Mph.	—	17	15	12	7
Eph.	26	10	11	10	10
Zehe	59	57	54	48	40
Strahl	121	135	128	120	106

Nr. 211 (1889/90 Nr. 33). Männl. 63 Jahr. 159 cm. Rechts.

Met.	59	70	67	66	59
Gph.	28	27	25	23	20
Mph.	—	14	13	7	6 }14
Eph.	24	9	10	9	8 }
Zehe	52	50	48	39	34
Strahl	111	120	115	105	93

Nr. 212 dass., links.

Met.	59	70	68	66	59
Gph.	27	27	25	23	20
Mph.	—	14	12	9	5 }14
Eph.	26	9	10	10	9 }
Zehe	53	50	47	42	34
Strahl	112	120	115	108	93

Nr. 213 (1889/90 Nr. 34). Weibl. 65 Jahr. 156 cm. Rechts.

Met.	56	65	62	59	58
Gph.	26	23	21	20	19
Mph.	—	12	8	7	5
Eph.	23	11	12	11	9
Zehe	49	46	41	38	33
Strahl	105	111	103	97	91

Nr. 214 dass., links.

Met.	56	64	61	60	58
Gph.	26	23	21	20	19
Mph.	—	12	11	7	5
Eph.	24	11	12	?	8
Zehe	50	46	44	?	32
Strahl	106	110	105	?	90

Nr. 215 (1889/90 Nr. 35). Männl. 47 Jahr. 155 cm. Rechts.

Met.	51	65	63	62	58
Gph.	25	23	22	21	19
Mph.	—	13	12	10	6
Eph.	21	9	9	9	9
Zehe	46	45	43	40	34
Strahl	97	110	106	102	92

Nr. 216 dass., links.

Met.	49	64	62	60	56
Gph.	24	23	22	21	19
Mph.	—	13	12	10	6
Eph.	21	9	10	10	8
Zehe	45	45	44	41	33
Strahl	94	109	106	101	89

Nr. 217 (1889/90 Nr. 36). Männl. 55 Jahr. 152 cm. Rechts.

Met.	60	69	68	66	62
Gph.	30	26	25	24	23
Mph.	—	15	14	9	5 }
Eph.	25	10	11	11	9 } 14
Zehe	55	51	50	44	37
Strahl	115	120	118	110	99

Nr. 218 dass., links.

Met.	59	68	69	67	63
Gph.	29	26	26	26	25
Mph.	—	14	14	8	6 }
Eph.	25	11	11	11	8 } 14
Zehe	54	51	51	45	39
Strahl	113	119	120	112	102

Nr. 219 (1889/90 Nr. 38). Männl. 26 Jahr. 168 cm. Links.

Met.	63	73	70	69	65
Gph.	31	27	25	22	22
Mph.	—	10	9	8	7
Eph.	29	10	11	10	9
Zehe	60	47	45	40	38
Strahl	123	120	115	109	103

Nr. 220 (1889/90 Nr. 39). Männl. 32 Jahr. 171 cm. Rechts.

Met.	65	79	77	72	67
Gph.	29	28	26	23	21
Mph.	—	11	9	8	6
Eph.	24	10	10	10	8
Zehe	53	49	45	41	35
Strahl	118	128	122	113	102

Nr. 221 dass., links.

Met.	66	79	76	71	67
Gph.	29	28	26	24	21
Mph.	—	11	10	8	6
Eph.	25	10	10	10	9
Zehe	54	49	46	42	36
Strahl	120	128	122	113	103

Nr. 222 (1889/90 Nr. 41). Männl. 68 Jahr. 173 cm. Rechts.

Met.	68	83	81	76	72
Gph.	34	32	29	26	25
Mph.	—	18	17	15	7
Eph.	26	11	13	12	10
Zehe	60	61	59	53	42
Strahl	128	144	140	129	114

Nr. 223 dass., links.

Met.	67	83	80	75	70
Gph.	33	32	29	26	25
Mph.	—	18	18	15	7
Eph.	25	11	13	12	9
Zehe	58	61	60	53	41
Strahl	125	144	140	128	111

Nr. 224 (1889/90 Nr. 42). Männl. 31 Jahr. 159 cm. Rechts.

Met.	60	66	61	59	57
Gph.	29	25	23	21	20
Mph.	—	14	12	8	6
Eph.	21	8	9	9	9
Zehe	50	47	44	38	35
Strahl	110	113	105	97	92

Nr. 225 dass., links.

Met.	60	67	62	60	56
Gph.	29	25	23	22	20
Mph.	—	15	13	8	6
Eph.	20	8	9	9	9
Zehe	49	48	45	39	35
Strahl	109	115	107	99	91

Nr. 226 (1889/90 Nr. 44). Männl. 34 Jahr. 174 cm. Rechts.

Met.	62	74	69	68	62
Gph.	30	29	27	25	22
Mph.	—	15	12	12	7
Eph.	22	10	10	10	9
Zehe	52	54	49	47	38
Strahl	114	128	118	115	100

Nr. 227 dass., links.

Met.	61	73	69	68	61
Gph.	31	29	26	24	21
Mph.	—	16	13	11	7
Eph.	21	10	10	10	9
Zehe	52	55	49	45	37
Strahl	113	128	118	113	98

Nr. 228 (1889/90 Nr. 45). Männl. 46 Jahr. 178 cm. Rechts.

Met.	66	75	71	71	66
Gph.	30	27	25	24	22
Mph.	—	17	15	14	9
Eph.	26	10	10	9	9
Zehe	56	54	50	47	40
Strahl	122	129	121	118	106

Nr. 229 dass., links.

Met.	65	75	71	70	66
Gph.	29	27	25	23	22
Mph.	—	17	15	14	9
Eph.	27	11	10	10	9
Zehe	56	55	50	47	40
Strahl	121	130	121	117	106

Nr. 230 (1889/90 Nr. 46). Weibl. 26 Jahr. 155 cm. Rechts.

Met.	59	67	63	61	57
Gph.	28	24	22	20	19
Mph.	—	14	13	11	6
Eph.	21	9	10	10	9
Zehe	49	47	45	41	34
Strahl	108	114	108	102	91

Nr. 231 dass., links.

Met.	60	67	62	60	57
Gph.	28	25	22	21	19
Mph.	—	14	13	11	7
Eph.	21	10	11	11	9
Zehe	49	49	46	43	35
Strahl	109	116	108	103	92

Nr. 232 (1889/90 Nr. 47). Männl. 49 Jahr. 162 cm. Rechts.

Met.	57	68	65	63	60
Gph.	29	25	22	21	19
Mph.	—	8	7	6	4 } 13
Eph.	23	11	12	10	9 }
Zehe	52	44	41	37	32
Strahl	109	112	106	100	92

Nr. 233 dass., links.

Met.	57	66	65	64	60
Gph.	28	25	22	21	20
Mph.	—	8	7	7	3 } 13
Eph.	24	11	11	11	10 }
Zehe	52	44	40	39	33
Strahl	109	110	105	103	93

Nr. 234 (1889/90 Nr. 48). Männl. 61 Jahr. 164 cm. Rechts.

Met.	?	74	71	67	64
Gph.	29	28	25	24	23
Mph.	—	16	14	11	8
Eph.	27	11	11	10	8
Zehe	56	55	50	45	39
Strahl	?	129	121	112	103

Nr. 235 dass., links.

Met.	61	75	71	67	64
Gph.	30	28	25	24	22
Mph.	—	15	14	12	7
Eph.	27	10	10	9	8
Zehe	57	53	49	45	37
Strahl	118	128	120	112	101

Nr. 236 (1889/90 Nr. 49). Männl. 69 Jahr. 173 cm. Rechts.

Met.	62	75	71	70	65
Gph.	31	26	25	24	22
Mph.	—	15	13	9	6
Eph.	25	10	11	11	10
Zehe	56	51	49	44	38
Strahl	118	126	120	114	103

Nr. 237 dass., links.

Met.	63	74	71	69	64
Gph.	30	27	25	24	22
Mph.	—	15	13	8	6
Eph.	24	10	11	11	10
Zehe	54	52	49	43	38
Strahl	117	126	120	112	102

Nr. 238 (1889/90 Nr. 51). Männl. 53 Jahr. 166 cm. Rechts.

Met.	56	73	70	68	63
Gph.	28	26	24	22	21
Mph.	—	12	10	7	5
Eph.	27	12	13	12	9
Zehe	55	50	47	41	35
Strahl	111	123	117	109	98

Nr. 239 dass., links.

Met.	52	69	69	67	64
Gph.	27	26	24	22	21
Mph.	—	12	10	7	5
Eph.	26	13	13	13	10
Zehe	53	51	47	42	36
Strahl	105	120	116	109	100

Nr. 240 (1889/90 Nr. 52). Weibl. 83 Jahr. 154 cm. Rechts.

Met.	57	68	64	65	59
Gph.	27	25	22	20	19
Mph.	—	5	3 } 13	2 } 13	2 } 11
Eph.	23	12	10 }	11 }	9 }
Zehe	50	42	35	33	30
Strahl	107	110	99	98	89

Nr. 241 dass., links.

Met.	58	67	63	64	59
Gph.	27	25	22	21	19
Mph.	—	4 } 16	3 } 13	2 } 13	1 } 11
Eph.	22	12 }	10 }	11 }	10 }
Zehe	49	41	35	34	30
Strahl	107	108	98	98	89

Nr. 242 (1889/90 Nr. 53). Männl. 50 Jahr. 165 cm. Links.

Met.	59	71	64	66	62
Gph.	29	27	24	22	21
Mph.	—	12	9	8	7
Eph.	24	10	10	8	8
Zehe	53	49	43	38	36
Strahl	112	120	107	104	98

Nr. 243 (1889/90 Nr. 54). Weibl. 36 Jahr. 149 cm. Rechts.

Met.	55	67	63	61	57
Gph.	25	24	22	20	18
Mph.	—	11	11	7	5
Eph.	20	8	9	9	7
Zehe	45	43	42	36	30
Strahl	100	110	105	97	87

Nr. 244 dass., links.

Met.	56	67	63	60	56
Gph.	24	25	22	20	18
Mph.	—	11	11	7	5
Eph.	20	8	9	9	7
Zehe	44	44	42	36	30
Strahl	100	111	105	96	86

Nr. 245 (1889/90 Nr. 55). Männl. 53 Jahr. 158 cm. Rechts.

Met.	57	73	71	69	62
Gph.	29	28	25	23	22
Mph.	—	14	9	7	5 }16
Eph.	27	11	13	13	11 }
Zehe	56	53	47	43	38
Strahl	113	126	118	112	100

Nr. 246 dass., links.

Met.	57	73	71	68	62
Gph.	29	28	25	23	23
Mph.	—	15	8	7	5 }15
Eph.	26	12	13	13	10 }
Zehe	55	55	46	43	38
Strahl	112	128	117	111	100

Nr. 247 (1889/90 Nr. 56). Weibl. 69 Jahr. 147 cm. Rechts.

Met.	55	65	60	62	57
Gph.	29	26	23	21	20
Mph.	—	9	7	6	3 }13
Eph.	20	10	10	10	10 }
Zehe	49	45	40	37	33
Strahl	104	110	100	99	90

Nr. 248 (1889/90 Nr. 58). Männl. 44 Jahr. 162 cm. Rechts.

Met.	62	71	69	67	61
Gph.	29	27	25	23	21
Mph.	—	15	8	7	5
Eph.	23	10	12	13	10
Zehe	52	52	45	43	36
Strahl	114	123	114	110	97

Nr. 249 dass., links.

Met.	64	71	69	68	62
Gph.	31	27	25	23	21
Mph.	—	16	12	7	5 }15
Eph.	24	11	13	13	10 }
Zehe	55	54	50	43	36
Strahl	119	125	119	111	98

Nr. 250 (1889/90 Nr. 64). Männl. 15 Jahr. 158 cm. Links.[1]

Met.	61	73	70	67	62
Gph.	32	28	26	24	23
Mph.	—	15	8	6	5 }14
Eph.	28	11	12	10	9 }
Zehe	60	54	46	40	37
Strahl	121	127	116	107	99

Nr. 251 (1889/90 Nr. 66). Weibl. 51 Jahr. 153 cm. Links.

Met.	53	64	61	59	57
Gph.	28	24	22	21	20
Mph.	—	10	9	8	5
Eph.	24	10	9	9	8
Zehe	52	44	40	38	33
Strahl	105	108	101	97	90

Nr. 252 (1889/90 Nr. 68). Männl. 69 Jahr. 160 cm. Rechts.

Met.	58	69	65	64	60
Gph.	29	28	25	23	20
Mph.	—	15	13	8	6
Eph.	22	9	9	10	9
Zehe	51	52	47	41	35
Strahl	109	121	112	105	95

Nr. 253 dass., links.

Met.	59	71	67	66	60
Gph.	29	27	25	23	22
Mph.	—	15	13	9	6
Eph.	23	10	11	12	10
Zehe	52	52	49	44	38
Strahl	111	123	116	110	98

Nr. 254 (1889/90 Nr. 70). Weibl. 28 Jahr. 145 cm. Links.

Met.	55	64	63	62	58
Gph.	26	24	22	21	19
Mph.	—	12	8	8	7
Eph.	22	10	10	10	8
Zehe	48	46	40	39	34
Strahl	103	110	103	101	92

Nr. 255 (1889/90 Nr. 1). Männl. 71 Jahr. 154 cm. Rechts.

Met.	51	64	61	58	54
Gph.	24	23	22	21	19
Mph.	—	11	10	6	5 }14
Eph.	20	7	8	9	9 }
Zehe	44	41	40	36	33
Strahl	95	105	101	94	87

Nr. 256 dass., links.

Met.	51	64	61	58	54
Gph.	25	23	21	20	19
Mph.	—	11	10	6	5 }14
Eph.	20	8	8	9	9 }
Zehe	45	42	39	35	33
Strahl	96	106	100	93	87

[1]) Die Epiphysen z. th. verschmolzen, z. th. erst im Begriff zu verschmelzen.

Nr. 257 (1890/91 Nr. 2). Männl. 78 Jahr. 163 cm. Rechts.

Met.	62	71	68	68	65
Gph.	30	29	26	25	21
Mph.	—	17	13	10	6
Eph.	26	11	11	12	8
Zehe	56	57	50	47	35
Strahl	118	128	118	115	100

Nr. 258 dass., links.

Met.	62	72	67	66	63
Gph.	31	27	26	25	23
Mph.	—	17	14	8	6
Eph.	26	10	12	12	8
Zehe	57	54	52	45	37
Strahl	119	126	119	111	100

Nr. 259 (1890/91 Nr. 3). Männl. 40 Jahr. 164 cm. Rechts.

Met.	58	68	63	62	58
Gph.	28	27	24	23	21
Mph.	—	15	8	6	5 } 15
Eph.	25	10	11	11	10 } 15
Zehe	53	52	43	40	36
Strahl	111	120	106	102	94

Nr. 260 dass., links.

Met.	57	68	64	61	58
Gph.	28	26	24	23	22
Mph.	—	15	12	7	5 } 15
Eph.	25	8	11	12	11 } 15
Zehe	53	49	47	42	38
Strahl	110	117	111	103	96

Nr. 261 (1890/91 Nr. 4). Männl. 72 Jahr. 166 cm. Rechts.

Met.	61	74	71	70	66
Gph.	31	27	24	23	22
Mph.	—	15	14	12	7
Eph.	25	9	11	9	9
Zehe	56	51	49	44	38
Strahl	117	125	120	114	104

Nr. 262 dass., links.

Met.	61	74	70	70	64
Gph.	31	27	24	23	22
Mph.	—	15	14	10	7
Eph.	24	10	12	9	8
Zehe	55	52	50	42	37
Strahl	116	126	120	112	101

Nr. 263 (1890/91 Nr. 5). Männl. 83 Jahr. 161 cm. Rechts.

Met.	60	75	74	72	67
Gph.	31	28	26	25	24
Mph.	—	16	15	12	6
Eph.	25	10	11	11	10
Zehe	56	54	52	48	40
Strahl	116	129	126	120	07

Nr. 264 dass., links.

Met.	59	76	75	72	67
Gph.	28	29	26	25	24
Mph.	—	16	14	12	7
Eph.	25	10	10	11	9
Zehe	53	55	50	48	40
Strahl	112	113	125	120	107

Nr. 265 (1890/91 Nr. 6). Männl. 40 Jahr. 168 cm. Rechts.

Met.	65	73	67	67	67
Gph.	30	30	27	25	24
Mph.	—	9	8	7	5 } 14
Eph.	24	10	11	9	9 } 14
Zehe	54	49	46	41	38
Strahl	119	122	113	108	105

Nr. 266 dass., links.

Met.	65	73	68	68	66
Gph.	30	30	26	25	24
Mph.	—	10	8	7	5 } 14
Eph.	24	10	10	9	9 } 14
Zehe	54	50	44	41	38
Strahl	119	123	112	109	104

Nr. 267 (1890/91 Nr. 7). Weibl. 37 Jahr. 167 cm. Rechts.

Met.	57	73	69	67	63
Gph.	31	27	25	24	22
Mph.	—	13	7	6	5
Eph.	24	9	9	9	6
Zehe	55	49	41	39	33
Strahl	112	122	110	106	96

Nr. 268 dass., links.

Met.	56	71	66	64	62
Gph.	31	27	25	23	21
Mph.	—	12	7	6	5
Eph.	24	8	10	9	6
Zehe	55	47	42	38	32
Strahl	111	118	108	102	94

Nr. 269 (1890/91 Nr. 8). Männl. 17 Jahr. 177 cm.[1] Rechts.

Met.	65	74	70	71	67
Gph.	30	27	24	22	21
Mph.	—	12	11	7	6
Eph.	26	10	10	9	9
Zehe	56	49	45	38	36
Strahl	121	123	115	109	103

Nr. 270 dass., links.

Met.	66	75	71	70	67
Gph.	29	27	25	22	22
Mph.	—	13	10	9	6
Eph.	26	10	11	10	9
Zehe	55	50	46	41	37
Strahl	121	125	117	111	104

[1]) Die Epiphysen sind im Begriff zu verschmelzen.

Nr. 271 (1890/91 Nr. 9). Männl. 20 Jahr. 175 cm. Rechts.

Met.	62	73	70	69	63
Gph.	33	30	26	25	23
Mph.	—	16	15	12	7
Eph.	28	11	11	11	10
Zehe	61	57	52	48	40
Strahl	123	130	122	117	103

Nr. 272 dass., links.

Met.	63	74	70	68	63
Gph.	33	31	27	26	24
Mph.	—	17	15	13	7
Eph.	29	12	12	11	10
Zehe	62	60	54	50	41
Strahl	125	134	124	118	104

Nr. 273 (1890/91 Nr. 10). Weibl. 50 Jahr. 163 cm. Rechts.

Met.	67	78	71	72	67
Gph.	33	28	26	24	22
Mph.	—	17	14	7	5
Eph.	26	11	12	12	10
Zehe	59	56	52	43	37
Strahl	126	134	123	115	104

Nr. 274 dass., links.

Met.	66	78	72	71	68
Gph.	32	29	26	24	22
Mph.	—	16	14	7	5
Eph.	26	11	11	12	11
Zehe	58	56	51	43	38
Strahl	124	134	123	114	106

Nr. 274 (1890/91 Nr. 11). Männl. 26 Jahr. 178 cm. Rechts.

Met.	62	72	69	68	63
Gph.	31	29	26	24	22
Mph.	—	17	16	13	7
Eph.	27	11	11	8	9
Zehe	58	57	53	45	38
Strahl	120	129	122	113	101

Nr. 276 dass., links.

Met.	62	72	70	67	62
Gph.	31	29	27	25	23
Mph.	—	18	17	14	8
Eph.	28	10	11	11	10
Finger	59	57	55	50	41
Strahl	121	129	125	117	103

Nr. 277 (1890/91 Nr. 12). Männl. 70 Jahr. 173 cm. Rechts.

Met.	61	77	66	68	63
Gph.	30	27	26	24	23
Mph.	—	15	11	8	6
Eph.	25	11	12	11	10
Zehe	55	53	49	43	39
Strahl	116	130	115	111	102

Nr. 278 dass., links.

Met.	62	71	67	67	63
Gph.	30	28	26	24	23
Mph.	—	14	11	8	6
Eph.	26	11	14	12	10
Zehe	56	53	51	44	39
Strahl	118	124	118	111	102

Nr. 279 (1890/91 Nr. 13). Weibl. 52 Jahr. 154 cm. Links.

Met.	54	65	61	58	55	
Gph.	27	23	22	20	19	
Mph.	—	10	7	6	4	} 13
Eph.	21	9	10	9	9	
Zehe	48	42	39	35	32	
Strahl	102	107	100	93	87	

Nr. 280 (1890/91 Nr. 14). Männl. 52 Jahr. 171 cm. Links.

Met.	61	75	71	70	67
Gph.	29	27	26	25	23
Mph.	—	16	13	11	7
Eph.	27	12	12	12	10
Zehe	56	55	51	48	40
Strahl	117	130	122	118	107

Nr. 281 (1890/91 Nr. 15). Weibl. 47 Jahr. 145 cm. Rechts.

Met.	50	59	57	56	53
Gph.	25	23	20	19	17
Mph.	—	13	12	8	6
Eph.	21	9	9	8	7
Zehe	46	45	41	35	30
Strahl	96	104	98	91	83

Nr. 282 dass., links.

Met.	50	59	56	56	53
Gph.	24	22	20	19	17
Mph.	—	12	11	7	6
Eph.	20	8	8	7	7
Zehe	44	42	39	33	30
Strahl	94	101	95	89	83

Nr. 283 (1890/91 Nr. 16). Weibl. 52 Jahr. 153 cm. Rechts.

Met.	57	67	63	62	59	
Gph.	26	26	25	22	21	
Mph.	—	9	8	7	5	} 17
Eph.	25	10	12	12	12	
Zehe	51	45	45	41	38	
Strahl	108	112	108	103	97	

Nr. 284 dass., links.

Met.	56	68	62	60	59	
Gph.	26	26	24	22	21	
Mph.	—	9	8	7	5	} 15
Eph.	25	10	12	12	10	
Zehe	51	45	44	41	36	
Strahl	107	113	106	101	95	

Nr. 285 (1890/91 Nr. 17). Männl. 64 Jahr. 158 cm. Rechts.

Met.	58	73	69	65	58
Gph.	28	26	24	22	21
Mph.	—	13	7	7 } 19	4 } 14
Eph.	24	11	11	12 }	10 }
Zehe	52	50	42	41	35
Strahl	110	123	111	106	93

Nr. 286 dass., links.

Met.	58	71	66	63	57
Gph.	28	26	24	22	20
Mph.	—	13	7	6	5 } 15
Eph.	24	10	11	11	10 }
Zehe	52	49	42	39	35
Strahl	110	120	108	102	92

Nr. 287 (1890/91 Nr. 18). Männl. 54 Jahr. 159 cm. Rechts.

Met.	55	67	65	62	58
Gph.	26	24	21	20	19
Mph.	—	11	8	8	6
Eph.	22	9	?	9	8
Zehe	48	44	?	37	33
Strahl	103	111	?	99	91

Nr. 288 (1890/91 Nr. 19). Weibl. 26 Jahr. 165 cm. Rechts.

Met.	60	76	73	71	68
Gph.	27	26	24	23	21
Mph.	—	14	11	7	6
Eph.	26	8	10	10	9
Zehe	53	48	45	40	36
Strahl	113	124	118	111	104

Nr. 289 dass., links.

Met.	61	77	73	71	68
Gph.	26	25	24	23	22
Mph.	—	14	12	9	6
Eph.	25	9	11	10	9
Zehe	51	48	47	42	37
Strahl	112	125	120	113	105

Nr. 290 (1890/91 Nr. 20). Weibl. 40 Jahr. 155 cm. Rechts.

Met.	58	67	66	65	61
Gph.	27	25	21	21	21
Mph.	—	8	7	6	5
Eph.	23	8	10	9	8
Zehe	50	41	38	36	34
Strahl	108	108	104	101	95

Nr. 291 dass., links.

Met.	57	68	66	65	60
Gph.	27	25	23	21	21
Mph.	—	8	7	6	5 } 14
Eph.	23	8	10	9	9 }
Zehe	50	41	40	36	35
Strahl	107	109	106	101	95

Nr. 292 (1890/91 Nr. 22). Männl. 18 Jahr. 145 cm.[1] Rechts.

Met.	54	66	62	61	58
Gph.	26	23	22	21	19
Mph.	—	11	10	6	4
Eph.	22	6	8	7	6
Zehe	48	40	40	34	29
Strahl	102	106	102	95	87

Nr. 293 dass., links.

Met.	55	67	63	61	58
Gph.	27	24	22	21	18
Mph.	—	11	10	7	5
Eph.	22	6	8	7	6
Zehe	49	41	40	35	29
Strahl	104	108	103	96	87

Nr. 294 (1890/91 Nr. 28). Männl. 73 Jahr. Rechts.

Met.	61	68	64	63	57
Gph.	33	26	24	23	22
Mph.	—	15	14	12	7
Eph.	25	10	10	10	9
Zehe	58	51	48	45	38
Strahl	119	119	112	108	95

Nr. 295. Weibl. Rechts.

Met.	59	71	66	65	60
Gph.	29	27	25	23	20
Mph.	—	12	8	7	5
Eph.	22	10	11	10	8
Zehe	51	49	44	40	33
Strahl	110	120	110	105	93

Nr. 296 dass., links.

Met.	59	73	68	65	61
Gph.	30	27	25	22	20
Mph.	—	8	7	7	5
Eph.	22	10	11	10	7
Zehe	52	45	43	39	32
Strahl	111	118	111	104	93

Nr. 297. Näheres unbekannt. Linker Fuss.

Met.	57	66	60	59	56
Gph.	29	23	22	21	20
Mph.	—	13	11	6	6 } 14
Eph.	20	7	9	10	8 }
Zehe	49	43	42	37	34
Strahl	106	109	102	96	90

Nr. 298. Näheres unbekannt. Rechter Fuss.

Met.	56	67	63	62	61
Gph.	27	26	24	23	21
Mph.	—	14	9	8	7
Eph.	26	13	13	13	9
Zehe	53	53	46	44	37
Strahl	109	120	109	106	98

[1]) Sämmtliche Epiphysen noch selbständig (das sehr skrophulöse Individuum machte den Eindruck eines etwa 14jährigen Knaben).

Nr. 299. Näheres unbekannt. Linker Fuss.

Met.	57	71	68	67	63
Gph.	31	26	25	24	22
Mph.	—	14	12	8	6
Eph.	24	9	10	11	10
Zehe	55	49	47	43	38
Strahl	112	120	115	110	101

Nr. 300. Näheres unbekannt. Rechter Fuss.

Met.	58	67	63	60	56
Gph.	26	25	22	21	19
Mph.	—	12	11	7	5
Eph.	21	8	9	9	7
Zehe	47	45	42	37	31
Strahl	105	112	105	97	87

Nr. 301. Näheres unbekannt. Linker Fuss.

Met.	57	66	64	64	62
Gph.	30	28	25	23	21
Mph.	—	15	12	9	7
Eph.	22	11	11	10	9
Zehe	52	54	48	42	37
Strahl	109	120	112	106	99

Reihenfolge der einzelnen Abschnitte nach ihrer Länge.

Ich werde hier wieder dieselben Formeln anwenden, um die Längenbeziehungen übersichtlich darzustellen, wie im dritten Beitrage (s. das. S. 90.)

1. Metatarsalia.

II, III, IV, V, I :	159	(94)
II, III = IV, V, I :	41	(31)
II, III, IV, I, V :	32	(22)
II, III, IV, V = I :	23	(11)
II, IV, III, V, I :	18	(10)
II, III = IV, I, V :	3	(3)
II = IV, III, V, I :	2	(2)
II = III, IV, V, I :	2	(1)
II = III, IV, I, V, :	1	(1)
II, III = IV, V = I :	3	(1)
II, III, IV = V, I :	1	(1)
II, III, I, V, IV :	1	(1)
IV, II = III, V, I :	1	(1)
III, II, IV, V, I :	1	(0)
II, III, I, IV, V :	1	(0)
II, III, IV = I, V :	2	(0)
II, III = IV = V, I :	1	(0)
II, IV, III, V = I :	1	(0)

Wie die eingeklammerten Zahlen beweisen, hat sich die Zunahme der Gesammtzahl von 180 auf 300 Füsse ziemlich regelmässig auf die einzelnen Formeln vertheilt.

Der Löwenantheil der Abweichungen entfällt wieder auf das Verhalten des ersten und vierten Metartasale: M. I ebenso gross wie V in 27 (13) Fällen, grösser als V in (40) 27 Fällen; und M. IV ebenso gross wie III in 48 (35) Fällen, grösser als III in 22 (13) Fällen. Die Bedeutung dieser Abweichungen habe ich schon früher (l. c. S. 91) auseinandergesetzt.

2. Grundphalangen.

I, II, III, IV, V :	222	(128)
I, II, III, IV = V :	21	(13)
I, II, III = IV, V :	8	(7)
I, II, III = IV = V :	5	(4)
I, II = III = IV, V :	1	(0)
I, II, III = V, IV :	1	(1)
I, II, IV = V, III :	1	(1)
I, II, III, V, IV :	2	(1)
I = II, III, IV, V :	19	(12)
II, I, III, IV, V :	13	(10)
II, I, III, IV = V :	1	(0)
II, I = III, IV, V :	2	(2)
II, III, I = IV, V :	1	(0)
II, III, IV, I = V :	3	(3)
II, III = IV, I = V :	1	(1)

Wenn man, bei der Geringfügigkeit des Unterschiedes, die ersten fünf Formeln als normal betrachtet, so bleiben nur 44 (31) wirkliche Abweichungen übrig, von denen 40 (28) auf das verschiedene Verhalten von Gph. I entfallen. Gph. I ist ebenso gross wie II in 19 (12), kleiner als II in 14 (10), so gross wie III in 2, so gross wie IV in 1 (0), so gross wie V in 4 (4) Fällen.

3. Mittelphalangen.

Regel: II, III, IV, V. Abweichungen: II = III in 17 (13) Fällen, III grösser als II in 1 (1); III = IV in 15 (9), IV grösser als III in 2 (2); V = IV in 1 (0) Fall.

4. Endphalangen.

Die erste Endphalanx ist nicht nur immer die längste, sondern zeigt auch nie solche Verkürzungen, wie das entsprechende Skeletstück der Hand. Für die übrigen Endphalangen gilt meistens die Formel: III, II, IV, V; dass Eph. II die längste von ihnen ist, kommt nur in 12 (9) Fällen vor.

5. Zehen.

I, II, III, IV, V :	243 (149)	I = II, III, IV, V :	18 (11)
I, II = III, IV, V :	8 (5)	II, I, III, IV, V :	17 (9)
I, II, III = IV, V :	1 (1)	II, I = III, IV, V :	3 (3)
I, II, III, IV = V :	2 (1)	II, III, I, IV, V :	3 (2)
I, III, II, IV, V :	2 (2)		

Also von 54 (34) Abweichungen entfallen 41 (25) auf die Grosszehe.

6. Strahlen.

Von der Formel: II, III, IV, V kommen nur 3 (1) Abweichungen vor; in 1 (0) Fall war III grösser als II, in 2 (1) Fällen IV so gross wie III. Der erste Strahl reiht sich dagegen in sehr verschiedener Weise in diese Formel ein: er ist grösser als II in 4 (3) Fällen; ebenso gross wie II in 6 (3) Fällen; kleiner als II in 103 (62) Fällen; so gross wie III in 38 (23) Fällen; kleiner als III in 96 (56) Fällen; so gross wie IV in 14 (12) Fällen; kleiner als IV in 33 (20) Fällen. —

Fassen wir alles zusammen, so haben wir in Bezug auf die Reihenfolge bemerkenswerthe Abweichungen nur: 1. beim vierten Metatarsale; 2. bei der Grosszehe, und zwar sowohl beim ganzen Strahl, wie bei jedem einzelnen seiner Abschnitte. —

Wie bei der Hand, so zeigt sich auch hier beim Fusse schon bei verhältnissmässig so roher Art zu gruppiren, einfach nach der Reihenfolge der Längen, die ausserordentlich gleichmässige Mischung des Materials. Der Zunahme des Gesammtmaterials um die Hälfte entspricht eine fast überall ebenso grosse Zunahme bei den einzelnen Positionen.

Genauer werden wir die gleichartige Zusammensetzung auf anderen Wegen erweisen können. Beginnen wir mit der Vergleichung der **Mittelwerthe**:

Tabelle XXXVI. Mittelwerthe des Fusskelets.

a) Männer.

1. aus 113 Füssen:

Met.	60,8	71,4	68,0	66,6	62,5
Gph.	29,6	27,4	24,8	23,3	21,8
Mph.	—	13,5	11,2	8,8	6,3
Eph.	24,7	10,1	11,1	10,6	9,5
Zehe	54,3	51,0	47,2	42,7	37,1
Strahl	114,7	122,8	115,1	109,2	99,6

Mittlere Körperlänge (zu 97 Füssen): 166,2 cm.

2. aus 196 Füssen:

Met.	60,2	71,6	68,2	66,7	62,5	
Gph.	29,6	27,8	24,9	23,3	21,8	
Mph.	—	13,7	11,3	8,9	6,4	(5,7)
Eph.	24,7	10,1	11,0	10,6	9,4	(9,5)
Zehe	54,3	51,1	47,2	42,6	37,0	
Strahl	114,4	122,7	115,4	109,4	99,5	

Mittlere Körperlänge (zu 180 Füssen): 165,7 cm.

b) Weiber.

1. aus 51 Füssen:

Met.	57,1	69,2	65,7	64,3	60,2
Gph.	28,0	26,1	23,7	22,2	20,8
Mph.	—	11,6	9,4	7,6	5,6
Eph.	23,2	9,7	10,6	10,0	8,2
Zehe	51,3	47,4	43,7	39,7	34,8
Strahl	108,4	116,6	109,2	104,0	95,0

Mittlere Körperlänge (zu 42 Füssen): 156,0 cm.

2. aus 82 Füssen:

Met.	57,0	68,7	65,1	63,8	59,9	
Gph.	27,7	25,7	23,4	21,9	20,5	
Mph.	—	11,5	9,4	7,4	5,5	(5,0)
Eph.	23,1	9,6	10,5	10,0	8,1	(8,8)
Zehe	50,8	46,7	43,1	39,1	34,2	
Strahl	107,8	115,4	108,1	102,9	94,2	

Mittlere Körperlänge (zu 71 Füssen): 155,5 cm.

c) Erwachsene.

1. aus 180 Füssen:

Met.	59,3	70,7	67,3	65,9	61,8
Gph.	29,1	27,0	24,5	23,0	21,5
Mph.	—	12,9	10,6	8,4	6,1
Eph.	24,2	10,1	10,9	10,4	9,1
Zehe	53,4	49,9	46,0	41,7	36,4
Strahl	112,6	120,5	113,3	107,6	98,2

2. aus 296 Füssen:

Met.	59,8	70,6	67,2	65,8	61,7	
Gph.	29,0	26,8	24,4	22,9	21,4	
Mph.	—	13,1	10,7	8,4	6,1	(5,5)
Eph.	24,2	10,0	10,8	10,4	9,0	(9,2)
Zehe	53,2	49,8	45,9	41,6	36,2	
Strahl	112,4	120,4	113,1	107,4	97,8	

Wie man sieht, sind die Mittelwerthe fast überall die gleichen geblieben, nur beim weiblichen Geschlecht sind sie, wie bei der Hand, etwas corrigirt; hier war eben die Zahl der Fälle noch nicht gross genug, um die Mittelwerthe bis auf die erste Decimalstelle genau zu erhalten.

Bezüglich des Umstandes, dass die (direct berechnete) mittlere Länge der fünften Zehe nicht mit der summirten Länge ihrer einzelnen Abschnitte übereinstimmt, verweise ich auf das im dritten Beitrage (S. 97) Gesagte. Uebrigens werden wir weiter unten uns mit diesem Punkte noch eingehend zu beschäftigen haben, bei welcher Gelegenheit auch die Bedeutung der eingeklammerten corrigirten Werthe für Mph. V und Eph. V ihre Erklärung finden wird.

Die graphischen Darstellungen, wie sie hier in Fig. 19—24 vorliegen, stimmen mit den früher gegebenen (l. c. Fig. 20—25) in der denkbar genauesten Weise überein. Was ich daselbst (S. 93—96) über

die Zweigipfligkeit der Curven für die Mittelphalangen, Zehen, Strahlen, über den Nebengipfel beim erten Strahl u. s. w. gesagt habe, brauche ich aus diesem Grunde hier nicht nochmals zu wiederholen. Alle diese Besonderheiten der einzelnen Curven haben sich so sehr als constant erwiesen, dass wir auch hier wieder von einer „geradezu lächerlichen Aehnlichkeit" zu sprechen berechtigt sind.

Diese Uebereinstimmung ergiebt sich ebenfalls, wenn wir den „Oscillations-Exponenten", den mittleren Abstand der einzelnen Fälle vom Mittelwerth, berechnen:

Tabelle XXXVII. Oscillationsexponenten des Fussskelets.

a) Männer.

	1. aus 113 Füssen:						2. aus 196 Füssen:				
Met.	2,7	3,0	2,9	3,1	3,8	Met.	2,9	3,1	3,1	3,0	3,8
Gph.	2,0	1,5	1,4	1,8	1,4	Gph.	1,8	1,5	1,4	1,8	1,3
Mph.	—	2,2	2,7	2,1	0,6	Mph.	—	2,1	2,6	2,1	0,7
Eph.	1,7	1,1	1,1	1,8	1,2	Eph.	1,7	1,0	1,0	1,2	1,0
Zehe	3,1	3,4	3,6	3,4	2,4	Zehe	3,0	3,4	3,5	3,2	2,8
Strahl	5,5	5,9	5,7	5,6	5,0	Strahl	5,5	5,9	5,9	5,5	4,9

b) Weiber.

	1. aus 51 Füssen:						2. aus 82 Füssen:				
Met.	2,5	2,5	2,5	2,9	2,8	Met.	2,5	3,2	3,0	3,2	2,5
Gph.	2,0	1,4	1,2	1,4	1,5	Gph.	2,0	1,5	1,4	1,4	1,4
Mph.	—	1,9	2,2	1,5	0,6	Mph.	—	1,9	2,2	1,3	0,6
Eph.	1,2	1,1	1,2	1,1	0,5	Eph.	1,4	1,0	1,2	1,1	0,8
Zehe	3,0	2,6	2,6	2,6	1,9	Zehe	2,9	2,9	2,9	2,6	2,1
Strahl	4,5	4,5	4,2	4,5	3,9	Strahl	4,7	5,6	5,0	4,9	4,4

Die Uebereinstimmung der früher und der jetzt gefundenen Mittelzahlen wird natürlich zur Folge haben, dass auch die Gliederung der Zehen, d. h. die relative Länge der einzelnen Abschnitte in Bezug auf die Gesammtlänge der Zehe, dieselben Werthe aufweist, wie wir an folgender Tabelle ersehen:

Tabelle XXXVIII. Gliederung der Zehen.

a) Männer.

	1. aus 113 Füssen:						2. aus 196 Füssen:					
Gph.	54,5	53,7	52,5	54,7	58,8	Gph.	54,5	53,4	52,8	54,7	58,9	
Mph.	—	26,5	23,7	20,7	17,0	Mph.	—	26,8	23,9	20,9	17,8	(15,4)
Eph.	45,5	19,8	23,5	24,9	25,6	Eph.	45,5	19,8	23,8	24,9	25,4	(25,7)
Sa.	100,0	100,0	99,7	100,8	101,4	Sa.	100,0	100,0	100,0	100,5	101,6	(100,0)

b) Weiber.

	1. aus 51 Füssen:						2. aus 82 Füssen:					
Gph.	54,6	55,1	54,2	55,9	59,8	Gph.	54,5	55,0	54,3	56,0	59,9	
Mph.	—	24,5	21,5	19,1	16,1	Mph.	—	24,6	21,8	18,9	16,1	(14,6)
Eph.	45,2	20,5	24,8	25,2	23,6	Eph.	45,5	20,8	24,4	25,6	23,7	(25,7)
Sa.	99,8	100,1	100,0	100,2	99,5	Sa.	100,0	99,9	100,5	100,5	99,7	(100,2)

Und dasselbe wird sich zeigen, wenn wir die Gliederung des ganzen Strahls bestimmen:

Tabelle XXXIX. Gliederung des Fussskelets (Strahllänge = 100).

a) Männer.

1. nach 113 Füssen:						2. nach 196 Füssen:						
Met.	52,6	58,4	59,1	61,0	62,8	Met.	52,6	58,4	59.1	61,0	62,8	
Gph.	25,8	22,4	21,5	21,3	21,9	Gph.	25,9	22,2	21,6	21,8	21,9	
Mph.	—	11,0	9,7	8,1	6,3	Mph.	—	11,2	9,8	8.1	6,4	(5,7)
Eph.	21,5	8,8	9,6	9,7	9,5	Eph.	21,6	8,2	9,5	9,7	9,4	(9,5)
Sa.	99,9	100,1	99,9	100,1	100,5	Sa.	100,1	100,0	100,0	100,1	100,5	(99,9)

b) Weiber.

1. nach 51 Füssen:						2. nach 82 Füssen:						
Met.	52,7	59,8	60,2	61,8	63,4	Met.	52,9	59,5	60,2	62,0	63,6	
Gph.	25,8	22,4	21,7	21,3	21,9	Gph.	25,7	22,3	21,6	21,8	21,8	
Mph.	—	9,9	8,6	7,8	5,9	Mph.	—	10,0	8,7	7,2	5,8	(5,8)
Eph.	21,4	8,3	9,7	9,6	8,6	Eph.	21,4	8,3	9,7	9,7	8,6	(9,8)
Sa.	99,9	99,9	100,2	100,0	99,8	Sa.	100,0	100,1	100,2	100,2	99,8	(100,0)

Wenn wir die beiden Hälften auf diesen beiden Tabellen mit einander vergleichen, so sehen wir, dass auch beim weiblichen Geschlecht die Zahlen schon annähernd constant geworden sind. Die Mittelwerthe der einzelnen Abschnitte haben sich als beim weiblichen Geschlechte geändert, als die Zahl der Fälle von 51 auf 82 stieg, aber diese Aenderung war überall eine gleichmässige, so dass das Verhältniss der Mittelwerthe zu einander das gleiche geblieben ist.

Dagegen müssten natürlich die Zahlen, die das Verhältniss der Mittelwerthe beider Geschlechter angeben, sich in Folge der Correction der weiblichen Mittelzahlen merklich ändern:

Tabelle XL. Procentisches Verhältniss der Mittelzahlen beider Geschlechter (M. = 100).

1. nach 113 M. u. 51 W.:						2. nach 196 M. u. 82 W.:						
Met.	94,7	96,9	96,6	96,5	96,8	Met.	94,7	95,9	95,5	95,7	95,8	
Gph.	94,6	95,3	95,6	95.3	95,4	Gph.	93,6	94,1	94,0	94,0	94,0	
Mph.	—	85,9	83,9	86,4	88,9	Mph.	—	83,9	83,2	83,1	85,9	(87,7)
Eph.	93,9	96,0	95,5	94,3	86,3	Eph.	93,5	95,0	95,5	94,3	86,2	(92,6)
Zehe	94,5	92,9	92,6	93,2	93,8	Zehe	93,6	91,4	91,3	91,8	92,4	
Strahl	94,5	95,3	94,9	95,2	95,4	Strahl	94,2	94,1	93,7	94,1	94,7	
Mittlere Körperlänge 100 : 93,9						Mittlere Körperlänge 100 : 93,8						

Wenn wir aber die Procentzahlen jeder Hälfte unter einander vergleichen, so erkennen wir doch wieder eine grosse Regelmässigkeit.

Ich habe oben (S. 144) das Verhältniss der mittleren Körpergrösse beider Geschlechter auf 100 : 94,0 bestimmt. Darnach unterscheidet sich der Fuss des Weibes von dem des Mannes dadurch, dass der Metatarsus relativ länger, die Zehen relativ kürzer sind; bei der Hand besteht ein ähnliches Verhalten, wie wir aus Tabelle XXXIV ersehen. Ferner sind die Mittelphalangen besonders kurz — ein Ver-

halten, auf das wir noch wieder zurückkommen werden. Mittelfuss und Zehen zusammengenommen haben ungefähr denselben Procentsatz wie die Körpergrösse.

Unterschiede zwischen rechtem und linkem Fuss.

Zur Vergleichung konnten benutzt werden 109 Fusspaare, nämlich 76 männliche, 32 weibliche und 1 unbekannten Geschlechts. Davon sind 37 männliche und 11 weibliche Fusspaare neu hinzugekommen; dieselben wiesen folgende Differenzen auf:

Tabelle XLI. Differenzen zwischen rechtem und linkem Fuss.

Nr. 33/186 (1887/88, 62). Männl. 30 Jahr.

Met.	0	−1	−1	0	+1
Gph.	−2	−1	0	+2	−1
Mph.	—	0	0	0	0 }
Eph.	+1	0	0	0	0 } 0
Zehe	−1	−1	0	+2	−1
Strahl	−1	−2	−1	+2	0

Nr. 187/188 (1888/89, 34). Männl. 46 Jahr. 159 cm.

Met.	0	−2	+1	−1	−1
Gph.	−1	0	0	−1	0
Mph.	—	+1	0	0	0 }
Eph.	+1	−1	−1	−1	−1 }
Zehe	0	0	−1	−2	−1
Strahl	0	−2	0	−3	−2

Nr. 189/190 (1888/89, 36). Weibl. 54 Jahr. 144 cm.

Met.	0	0	−1	0	0
Gph.	+1	+1	0	0	0
Mph.	—	0	+1	0	0
Eph.	0	+1	+2	0	+4
Zehe	+1	+2	+3	0	+4
Strahl	+1	+2	+2	0	+4

Nr. 191/192 (1888/89, 40). Männl. 37 Jahr. 176 cm.

Met.	0	+1	+1	0	0
Gph.	+7	0	0	+1	+3
Mph.	—	0	−1	−1	0 }
Eph.	−2	+1	0	0	0 }
Zehe	+5	+1	−1	0	+3
Strahl	+5	+2	0	0	+3

Nr. 70/193 (1888/89, 42). Männl. 42 Jahr.

Met.	0	0	+2	+1	0
Gph.	−1	0	−1	−1	−1
Mph.	—	−1	0	0	0
Eph.	−1	−1	0	−1	+1
Zehe	−2	−2	−1	−2	0
Strahl	−2	−2	+1	−1	0

Nr. 197/198 (1888/89, 58). Männl. 55 Jahr. 166 cm.

Met.	+2	0	−2	−1	0
Gph.	0	0	+1	0	0
Mph.	—	0	0	0	0 }
Eph.	0	0	0	−2	0 }
Zehe	0	0	+1	−2	0
Strahl	+2	0	−1	−3	0

Nr. 199/183 (1888/89, 60). Männl. 46 Jahr. 172 cm.

Met.	+1	0	0	0	+1
Gph.	0	−1	−1	−1	−1
Mph.	—	+1	0	0	} +1
Eph.	+1	−1	+2	+2	}
Zehe	+1	−1	+1	+1	0
Strahl	+2	−1	+1	+1	+1

Nr. 200/201 (1888/89, 64). Männl. 62 Jahr. 157 cm.

Met.	0	0	−2	0	0
Gph.	0	0	0	0	0
Mph.	—	0	0	0	0 }
Eph.	0	−1	0	0	0 }
Zehe	0	−1	0	0	0
Strahl	0	−1	−2	0	0

Nr. 202/203 (1888/89, 66). Männl. 55 Jahr. 154 cm.

Met.	0	−1	−1	−1	+3
Gph.	−1	0	0	0	0
Mph.	—	0	−1	+1	0
Eph.	0	0	+1	0	0
Zehe	−1	0	0	+1	0
Strahl	−1	−1	−1	0	+3

Nr. 204/83 (1888/89, 67). Männl. 30 Jahr. 164 cm.

Met.	+2	0	0	−1	−2
Gph.	+1	+1	+1	+1	+1
Mph.	—	+1	−3	0	+1
Eph.	+1	0	0	+1	0
Zehe	+2	+2	−2	+2	+2
Strahl	+4	+2	−2	+1	0

Nr. 205/206 (1889/90, 25). Männl. 25 Jahr.
158 cm.

Met.	0	0	0	0	0
Gph.	0	0	0	+1	+1
Mph.	—	0	0	0	0
Eph.	0	0	0	0	0
Zehe	0	0	0	+1	+1
Strahl	0	0	0	+1	+1

Nr. 209/210 (1889/90, 32). Männl. 65 Jahr.
170 cm.

Met.	0	−1	−2	−1	−1
Gph.	0	0	−1	−1	0
Mph.	—	0	+1	−1	0
Eph.	−1	0	−1	0	0
Zehe	−1	0	−1	−2	0
Strahl	−1	−1	−3	−3	−1

Nr. 211/212 (1889/90, 33). Männl. 63 Jahr.
159 cm.

Met.	0	0	−1	0	0
Gph	+1	0	0	0	0
Mph.	—	0	+1	−2	+1
Eph.	−2	0	0	−1	−1
Zehe	−1	0	+1	−3	0
Strahl	−1	0	0	−3	0

Nr. 215/216 (1889/90, 35). Männl. 47 Jahr.
155 cm.

Met.	+2	+1	+1	+2	+2
Gph.	+1	0	0	0	0
Mph.	—	0	0	0	0
Eph.	0	0	−1	−1	+1
Zehe	+1	0	−1	−1	+1
Strahl	+3	+1	0	+1	+3

Nr. 217/218 (1889/90, 36). Männl. 55 Jahr.
152 cm.

Met.	+1	+1	−1	−1	−1
Gph.	+1	0	−1	−2	−2
Mph.	—	+1	0	+1	−1 }
Eph.	0	−1	0	0	+1 }
Zehe	+1	0	−1	−1	−2
Strahl	+2	+1	−2	−2	−3

Nr. 220/221 (1889/90, 39). Männl. 32 Jahr.
171 cm.

Met.	−1	0	+1	+1	0
Gph.	0	0	0	−1	0
Mph.	—	0	−1	0	0
Eph.	−1	0	0	0	−1
Zehe	−1	0	−1	−1	−1
Strahl	−2	0	0	0	−1

Nr. 222/223 (1889/90, 41). Männl. 68 Jahr.
173 cm.

Met.	+1	0	+1	+1	+2
Gph.	+1	0	0	0	0
Mph.	—	0	−1	0	0
Eph.	+1	0	0	0	+1
Zehe	+2	0	−1	0	+1
Strahl	+3	0	0	+1	+3

Nr. 224/225 (1889/90, 42). Männl. 31 Jahr.
159 cm.

Met.	0	−1	−1	−1	+1
Gph.	0	0	0	−1	0
Mph.	—	−1	−1	0	0
Eph.	+1	0	0	0	0
Zehe	+1	−1	−1	−1	0
Strahl	+1	−2	−2	−2	+1

Nr. 226/227 (1889/90, 44). Männl. 34 Jahr.
174 cm.

Met.	+1	+1	0	0	+1
Gph.	−1	0	+1	+1	+1
Mph.	—	−1	−1	+1	0
Eph.	+1	0	0	0	0
Zehe	0	−1	0	+2	+1
Strahl	+1	0	0	+2	+2

Nr. 228/229 (1889/90, 45). Männl. 46 Jahr.
178 cm.

Met.	+1	0	0	+1	0
Gph.	+1	0	0	+1	0
Mph.	—	0	0	0	0
Eph.	−1	−1	0	−1	0
Zehe	0	−1	0	0	0
Strahl	+1	−1	0	+1	0

Nr. 230/231 (1889/90, 46). Weibl. 26 Jahr.
155 cm.

Met.	−1	0	+1	+1	0
Gph.	0	−1	0	−1	0
Mph.	—	0	0	0	−1
Eph.	0	−1	−1	−1	0
Zehe	0	−2	−1	−2	−1
Strahl	−1	−2	0	−1	−1

Nr. 232/233 (1889/90, 47). Männl. 49 Jahr.
162 cm.

Met.	0	+2	0	−1	0
Gph.	+1	0	0	0	−1
Mph.	—	0	0	−1	+1
Eph.	−1	0	+1	−1	−1
Zehe	0	0	+1	−2	−1 }
Strahl	0	+2	+1	−3	−1 }

Nr. 236/237 (1889/90, 49). Männl. 69 Jahr.
173 cm.

Met.	−1	+1	0	+1	+1
Gph.	+1	−1	0	0	0
Mph.	—	0	0	+1	0
Eph.	+1	0	0	0	0
Zehe	+2	−1	0	+1	0
Strahl	+1	0	0	+2	+1

Nr. 238/239 (1889/90, 51). Männl. 53 Jahr.
166 cm.

Met.	+4	+4	+1	+1	−1
Gph.	+1	0	0	0	0
Mph.	—	0	0	0	0
Eph.	+1	−1	0	−1	−1
Zehe	+2	−1	0	−1	−1
Strahl	+6	+3	+1	0	−2

Nr. 240/241 (1889/90, 52). Weibl. 83 Jahr. 154 cm.

Met.	−1	+1	+1	+1	0
Gph.	0	0	0	−1	0
Mph.	—	+1	0	0	+1
Eph.	+1	0	0	0	−1
Zehe	+1	+1	0	−1	0
Strahl	0	+2	+1	0	0

Nr. 243/244 (1889/90, 54). Weibl. 36 Jahr. 149 cm.

Met.	−1	0	0	+1	+1
Gph.	+1	−1	0	0	0
Mph.	—	0	0	0	0
Eph.	0	0	0	0	0
Zehe	+1	−1	0	0	0
Strahl	0	−1	0	+1	+1

Nr. 245/246 (1889/90, 55). Männl. 53 Jahr. 158 cm.

Met.	0	0	0	+1	0
Gph.	0	0	0	0	−1
Mph.	—	−1	+1	0	0
Eph.	+1	−1	0	0	+1
Zehe	+1	−2	+1	0	0
Strahl	+1	−2	+1	+1	0

Nr. 248/249 (1889/90, 58). Männl. 44 Jahr. 162 cm.

Met.	−2	0	0	−1	−1
Gph.	−2	0	0	0	0
Mph.	—	−1	−4	0	0
Eph.	−1	−1	−1	0	0
Zehe	−3	−2	−5	0	0
Strahl	−5	−2	−5	−1	−1

Nr. 252/253 (1889/90, 68). Männl. 69 Jahr. 160 cm.

Met.	−1	−2	−2	−2	0
Gph.	0	+1	0	0	−2
Mph.	—	0	0	−1	0
Eph.	−1	−1	−2	−2	−1
Zehe	−1	0	−2	−3	−3
Strahl	−2	−2	−4	−5	−3

Nr. 255/256 (1890/91, 1). Männl. 71 Jahr. 154 cm.

Met.	0	0	0	0	0
Gph.	−1	0	+1	+1	0
Mph.	—	0	0	0	0
Eph.	0	−1	0	0	0
Zehe	−1	−1	+1	+1	0
Strahl	−1	−1	+1	+1	0

Nr. 257/258 (1890/91, 2). Männl. 78 Jahr. 163 cm.

Met.	0	−1	+1	+2	+2
Gph.	−1	+2	0	0	−2
Mph.	—	0	−1	+2	0
Eph.	0	+1	−1	0	0
Zehe	−1	+3	−2	+2	−2
Strahl	−1	+2	−1	+4	0

Nr. 259/260 (1890/91, 3). Männl. 40 Jahr. 164 cm.

Met.	+1	0	−1	+1	0
Gph.	0	+1	0	0	0
Mph.	—	0	−4	−1	−1
Eph.	0	+2	0	−1	−1
Zehe	0	+3	−4	−2	−2
Strahl	+1	+3	−5	−1	−2

Nr. 261/262 (1890/91, 4). Männl. 72 Jahr. 166 cm.

Met.	0	0	+1	0	+2
Gph.	0	0	0	0	0
Mph.	—	0	0	+2	0
Eph.	+1	−1	−1	0	+1
Zehe	+1	−1	−1	+2	+1
Strahl	+1	−1	0	+2	+3

Nr. 263/264 (1890/91, 5). Männl. 83 Jahr. 161 cm.

Met.	+1	−1	−1	0	0
Gph.	+3	−1	0	0	0
Mph.	—	0	+1	0	−1
Eph.	0	0	+1	0	+1
Zehe	+3	−1	+2	0	0
Strahl	+4	−2	+1	0	0

Nr. 265/266 (1890/91, 6). Männl. 40 Jahr. 168 cm.

Met.	0	0	−1	−1	+1
Gph.	0	0	+1	0	0
Mph.	—	−1	0	0	0
Eph.	0	0	+1	0	0
Zehe	0	−1	+2	0	0
Strahl	0	−1	+1	−1	+1

Nr. 267/268 (1890/91, 7). Weibl. 87 Jahr. 167 cm.

Met.	+1	+2	+3	+3	+1
Gph.	0	0	0	+1	+1
Mph.	—	+1	0	0	0
Eph.	0	+1	−1	0	0
Zehe	0	+2	−1	+1	+1
Strahl	+1	+4	+2	+4	+2

Nr. 269/270 (1890/91, 8). Männl. 17 Jahr. 177 cm.

Met.	−1	−1	−1	+1	0
Gph.	+1	0	−1	0	−1
Mph.	—	−1	+1	−2	0
Eph.	0	0	−1	−1	0
Zehe	+1	−1	−1	−3	−1
Strahl	0	−2	−2	−2	−1

Nr. 271/272 (1890/91, 9). Männl. 20 Jahr. 175 cm.

Met.	−1	−1	0	+1	0
Gph.	0	−1	−1	−1	−1
Mph.	—	−1	0	−1	0
Eph.	−1	−1	−1	0	0
Zehe	−1	−3	−2	−2	−1
Strahl	−2	−4	−2	−1	−1

Nr. 273/274 (1890/91, 10). Weibl. 50 Jahr. 163 cm.

Met.	+1	0	−1	+1	−1
Gph.	+1	−1	0	0	0
Mph.	—	+1	0	0	0
Eph.	0	0	+1	0	−1
Zehe	+1	0	+1	0	−1
Strahl	+2	0	0	+1	−2

Nr. 275/276 (1890/91, 11). Männl. 26 Jahr. 178 cm.

Met.	0	0	−1	+1	+1
Gph.	0	0	−1	−1	−1
Mph.	—	−1	−1	−1	−1
Eph.	−1	+1	0	−3	−1
Zehe	−1	0	−2	−5	−3
Strahl	−1	0	−3	−4	−2

Nr. 277/278 (1890/91, 12). Männl. 70 Jahr. 173 cm.

Met.	−1	+6	−1	+1	0
Gph.	0	−1	0	0	0
Mph.	—	+1	0	0	0
Eph.	−1	0	−2	−1	0
Zehe	−1	0	−2	−1	0
Strahl	−2	+6	−3	0	0

Nr. 281/282 (1890/91, 15). Weibl. 47 Jahr. 145 cm.

Met.	0	0	+1	0	0
Gph.	+1	+1	0	0	0
Mph.	—	+1	+1	+1	0
Eph.	+1	+1	+1	+1	0
Zehe	+2	+3	+2	+2	0
Strahl	+2	+3	+3	+2	0

Nr. 283/284 (1890/91, 16). Weibl. 52 Jahr. 153 cm.

Met.	+1	−1	+1	+2	0
Gph.	0	0	+1	0	0
Mph.	—	0	0	0	0
Eph.	0	0	0	0	+2
Zehe	0	0	+1	0	+2
Strahl	+1	−1	+2	+2	+2

Nr. 285/286 (1890/91, 17). Männl. 64 Jahr. 158 cm.

Met.	0	+2	+3	+2	+1
Gph.	0	0	0	0	+1
Mph.	—	0	0	+1	−1
Eph.	0	+1	0	+1	0
Zehe	0	+1	0	+2	0
Strahl	0	+3	+3	+4	+1

Nr. 288/289 (1890/91, 19). Weibl. 26 Jahr. 165 cm.

Met.	−1	−1	0	0	0
Gph.	+1	+1	0	0	−1
Mph.	—	0	−1	−2	0
Eph.	+1	−1	−1	0	0
Zehe	+2	0	−2	−2	−1
Strahl	+1	−1	−2	−2	−1

Nr. 290/291 (1890/91, 20). Weibl. 40 Jahr. 155 cm.

Met.	+1	−1	0	0	+1
Gph.	0	0	−2	0	0
Mph.	—	0	0	0	0 }
Eph.	0	0	0	0	−1 }
Zehe	0	0	−2	0	−1
Strahl	+1	−2	−2	0	0

Nr. 292/293 (1890/91, 22). Männl. 18 Jahr. 145 cm.

Met.	−1	−1	−1	0	0
Gph.	−1	−1	0	0	+1
Mph.	—	0	0	−1	−1
Eph.	0	0	0	0	0
Zehe	−1	−1	0	−1	0
Strahl	−2	−2	−1	−1	0

Nr. 295/296. Weibl.

Met.	0	−2	−2	0	−1
Gph.	−1	0	0	+1	0
Mph.	—	+4	+1	0	0
Eph.	0	0	0	0	+1
Zehe	−1	+4	+1	+1	+1
Strahl	−1	+2	−1	+1	0

Fig. 25—30 geben die graphischen Darstellungen der gefundenen Differenzen.

Wir sind bez. der Differenzen in derselben üblen Lage wie bei der Hand — es ist mit ihnen nichts Rechtes anzufangen. Das Wenige, was ich früher (l. c. S. 105—107) an gesetzmässigen Erscheinungen feststellen zu können glaubte, hat sich, um es rund heraus zu sagen, nicht bewährt. Die Durchschnittswerthe, die bei der Hand (s. oben Tabelle V) wenigstens in den Hauptzügen sich als einigermaassen constant erwiesen, haben sich bei Fortsetzung der Untersuchung in ganz regelloser Weise verändert, wie wir aus folgender Zusammenstellung ersehen:

11*

Tabelle XLII. Durchschnittswerthe der Differenzen zwischen rechts und links.

A. Männer (39):						(76):					
Met.	— 0,03	+ 0,18	— 0,18	+ 0,38	+ 0,44	Met.	+ 0,09	+ 0,17	— 0,18	+ 0,28	+ 0,38
Gph.	— 0,77	+ 0,10	— 0,03	+ 0,08	— 0,28	Gph.	— 0,28	+ 0,03	— 0,04	+ 0,01	— 0,21
Mph.	—	+ 0,28	+ 0,05	+ 0,11	— 0,05	Mph.	—	+ 0,07	— 0,16	+ 0,01	— 0,07
Eph.	— 0,05	+ 0,13	+ 0,21	0,00	+ 0,11	Eph.	— 0,07	— 0,03	+ 0,03	— 0,17	+ 0,03
Zehe	— 0,82	+ 0,46	+ 0,23	+ 0,21	— 0,28	Zehe	— 0,34	+ 0,07	— 0,17	— 0,13	— 0,26
Strahl	— 0,85	+ 0,64	+ 0,05	+ 0,59	+ 0,15	Strahl	— 0,25	+ 0,24	— 0,36	+ 0,[illegible]4	+ 0,12

B. Weiber (21):						(32):					
Met.	+ 0,19	+ 0,38	+ 0,33	+ 0,24	+ 0,10	Met.	+ 0,13	+ 0,16	+ 0,31	+ 0,44	+ 0,09
Gph.	+ 0,10	+ 0,14	— 0,10	+ 0,05	— 0,05	Gph.	+ 0,19	+ 0,09	— 0,09	+ 0,03	— 0,03
Mph.	—	0,00	0,00	— 0,20	— 0,15	Mph.	—	+ 0,25	+ 0,06	— 0,16	— 0,10
Eph.	+ 0,10	— 0,33	+ 0,05	+ 0,05	+ 0,08	Eph.	+ 0,16	— 0,19	+ 0,06	+ 0,03	+ 0,24
Zehe	+ 0,19	— 0,19	— 0,05	— 0,10	— 0,05	Zehe	+ 0,34	+ 0,16	+ 0,03	— 0,09	+ 0,09
Strahl	+ 0,38	+ 0,14	+ 0,28	+ 0,14	+ 0,05	Strahl	+ 0,47	+ 0,31	+ 0,34	+ 0,34	+ 0,19

C. Ohne Unterschied des Geschlechts

(61):						(109):					
Met.	+ 0,05	+ 0,25	+ 0,02	+ 0,33	+ 0,38	Met.	+ 0,10	+ 0,17	— 0,03	+ 0,32	+ 0,30
Gph.	— 0,46	+ 0,11	— 0,03	+ 0,08	— 0,16	Gph.	— 0,14	+ 0,05	— 0,05	+ 0,03	— 0,16
Mph.	—	+ 0,15	+ 0,03	0,00	— 0,09	Mph.	—	+ 0,12	— 0,09	— 0,04	— 0,08
Eph.	0,00	— 0,03	+ 0,15	+ 0,03	+ 0,06	Eph.	0,00	— 0,07	+ 0,04	— 0,11	+ 0,09
Zehe	— 0,46	+ 0,23	+ 0,15	+ 0,11	— 0,21	Zehe	— 0,14	+ 0,09	— 0,10	— 0,11	— 0,17
Strahl	— 0,41	+ 0,48	+ 0,16	+ 0,44	+ 0,11	Strahl	— 0,04	+ 0,27	— 0,13	+ 0,21	+ 0,14

Betrachten wir aber die graphischen Darstellungen, so sehen wir, dass die Fortführung der Untersuchungen die Ergebnisse doch nicht so ganz regellos verändert hat. Man hätte nach dem oben Angeführten erwarten sollen, dass entweder überall das Plurimum bei 0 entschiedener hervorgetreten sein würde, oder dass der Aufbau der einzelnen Curven ein ganz verschiedener geworden wäre. Beides ist aber nicht der Fall; vielmehr verrathen Fig. 25—30, verglichen mit den früher gegebenen (l. c. Fig. 26—31), eine ganz ausgesprochene Aehnlichkeit mit denselben. Wir können also, wie beim Handskelet, hier nur constatiren, dass in dem Vorkommen der einzelnen Differenzen offenbar nicht einfache Willkür obwaltet, dass wir aber noch nicht im Stande sind, den inneren Zusammenhang in einem klaren Ausdruck zusammenzufassen. —

Beziehungen zwischen den Fussmaassen und der Körpergrösse.

Ich habe schon in meiner früheren Mittheilung darauf hingewiesen, dass wir wohl mit einiger Berechtigung die Länge des dritten Strahls als Maassstab für die Handlänge, aber mit viel weniger Berechtigung die Länge des zweiten Strahls als Maassstab für die Fusslänge benutzen dürfen. Die Gesammtlänge des Fusses in jedem einzelnen Falle zu bestimmen habe ich aber bei meiner ersten Untersuchung versäumt, und dieser Fehler liess sich nicht nachträglich noch wieder gutmachen.

Möglicherweise liegt hierin die Ursache, weshalb ich schon damals zu einem so wenig befriedigenden Ergebniss betr. des Längenverhältnisses zwischen Körper und zweitem Strahl gelangte. Denn wenn ich bei der Hand constatiren konnte, dass die Längenentwicklung der einzelnen Abschnitte eines Strahls augenscheinlich in Correlation zu einander stehen (s. oben S. 127), so gilt dies voraussichtlich auch für die Abschnitte der ganzen Hand und des ganzen Fusses. Bei der Hand konnte man wohl die Carpallänge ohne üble Folgen unberücksichtigt lassen; beim Fusse aber, wo die Tarsallänge etwa 45 % ausmacht, musste ein solches Verfahren unter obigen Voraussetzungen merkliche Complicationen herbeiführen.

Ich habe bei der Hand (s. oben S. 127) nachgewiesen, dass der Strahl als Ganzes variirt, und seine einzelnen Abschnitte wiederum jeder für sich. Wenn wir diesen Schluss per analogiam auf die Hand und den Fuss ausdehnen, so wird bei der geringen Länge von Capitatum + Lunatum die Variationsbreite der Hand nicht sehr von der des dritten Strahls abweichen; die des Fusses wird dagegen von der des zweiten Strahls schon beträchtlich verschieden sein. Wenn wir also das Verhältniss zwischen Körperlänge und Länge des zweiten Fussstrahls einer Betrachtung unterziehen, so müssen wir erwarten, dass sich bei der Bestimmung dieses Verhältnisses viel mehr Einzelfactoren geltend machen werden. Das hat zur Folge, dass wir viel grösserer Zahlen als Unterlage bedürfen, wenn wir zu klaren übersichtlichen Ergebnissen gelangen wollen. Nicht zu vergessen ist ferner, dass durch die dauernde Einzwängung des Fusses in Schuhwerk wahrscheinlich ebenfalls Bedingungen gegeben sind, die auf die Längenausbildung einen Einfluss auszuüben vermögen — einen Einfluss, der nun vollends unberechenbar wird.

Diese Erwägungen lassen es uns verständlich erscheinen, wenn wir beim Fusse im Gegensatz zur Hand so unbefriedigende Ergebnisse betr. der Beziehungen zur Körpergrösse erhalten. Die Vergrösserung der Untersuchungsreihe um die Hälfte hat sich auch als ziemlich erfolgarm erwiesen, sie hat nur hin und wieder ein klein wenig mehr Klarheit geschaffen. Wenn ich daher schon in meiner ersten Mittheilung die Ergebnisse meiner Ausrechnungen nur ganz summarisch aufführte, so werde ich mich jetzt womöglich noch kürzer fassen.

Die Länge des zweiten Strahls wächst mit der Körpergrösse, ist aber nur innerhalb sehr weiter Grenzen davon abhängig. Die absolute Länge des zweiten Strahls kann bei gleicher Körpergrösse ausserordentlich verschieden sein, und umgekehrt, wie ich schon in meiner ersten Mittheilung gezeigt habe; aber auch die Mittelwerthe zeigen, selbst wenn sie schon aus relativ zahlreichen Fällen gewonnen sind, verhältnissmässig wenig ausgeprägte Abhängigkeit von der Körpergrösse, wie wir aus folgender Tabelle ersehen:

Tabelle XLIII. Beziehungen zwischen Körperlänge und Länge des zweiten Strahls.

Körperlänge in cm	Zahl der Fälle	Männer Mittelwerth des zweiten Strahls in mm	in % der Körpergrösse	Zahl der Fälle	Weiber Mittelw. d. zweiten Strahls in mm	in % der Körpergrösse
141—145				5	103,4	7,15
146—150				10 (6)	112,3 (114,2)	7,62 (7,75)
151—155	14 (6)	114,2 (115,2)	7,42 (7,47)	25 (14)	112,3 (114,0)	7,38 (7,47)
156—160	36 (17)	118,1 (116,2)	7,46 (7,35)	11 (9)	116,8 (119,4)	7,44 (7,60)
161—165	41 (25)	122,3 (121,8)	7,50 (7,46)	16 (10)	121,4 (118,1)	7,44 (7,23)
166—170	35 (25)	123,5 (123,2)	7,35 (7,32)	4 (2)	120,5 (121,0)	7,19 (7,20)
171—175	31 (12)	128,4 (126,6)	7,43 (7,31)			
176—180	16 (8)	129,2 (130,0)	7,30 (7,37)			
181—185	4 (4)	129,5 (129,5)	7,13 (7,18)			

Wir können höchstens sagen, dass die mittleren Längen etwas regelmässiger ansteigen. Ebenfalls kaum merklich klarer tritt hervor, dass der Index bei zunehmender Körpergrösse fällt, was auch für die folgende Zusammenstellung gilt:

Tabelle XLIV. Verhältniss zwischen Strahllänge und Körpergrösse.

Index des zweiten Strahls	Männer Zahl der Fälle	Männer Mittlere Körpergrösse	Weiber Zahl der Fälle	Weiber Mittlere Körpergrösse	Verhältniss zwischen männlichen und weiblichen Fällen
6,01—6,50	4 (4)	167,8 (167,8)			
6,51—7,00	14 (9)	166,1 (168,3)	7 (2)	154,0 (163,0)	1 : 0,50 (0,22)
7,01—7,50	92 (52)	166,5 (165,7)	40 (22)	155,9 (157,9)	1 : 0,43 (0,42)
7,51—8,00	56 (28)	164,8 (167,0)	18 (13)	155,4 (153,8)	1 : 0,32 (0,46)
8,01—8,50	11 (4)	162,9 (161,0)	6 (4)	155,3 (151,5)	1 : 0,54 (1,00)

Wir müssen wohl ruhig zugeben, dass die Zahl der untersuchten Fälle noch zu klein ist, um mit Sicherheit Beziehungen in diesen Punkten feststellen zu können. Ich muss ausdrücklich darauf aufmerksam machen, in wie unregelmässiger Weise sich der Zuwachs der Fälle auf die einzelnen Indicesgruppen vertheilt — ganz im Gegensatz zu dem bisher Beobachteten.

Die letzte Columne obiger Tabelle macht auch meine s. Z. gemachte Beobachtung, dass dem weiblichen Geschlecht durchschnittlich ein höherer Index zukomme, wieder hinfällig; was auch aus folgender Zusammenstellung hervorgeht:

	Zahl der Fälle	Körpergrösse	Zweiter Strahl	Index
Männer	177 (97)	165,7 (166,2)	122,9 (122,8)	7,42 (7,36)
Weiber	71 (41)	155,5 (156,2)	114,9 (116,6)	7,39 (7,46)

Es ist eher umgekehrt geworden. Wenn wir aber früher das Verhältniss zwischen mittlerer männlicher und weiblicher Körpergrösse auf 100 : 94,0 bestimmt haben und Tabelle XL das gleiche Verhältniss für den zweiten Strahl auf 100 : 94,1 festsetzt, so können wir wohl darauf schliessen, dass zwischen beiden Geschlechtern in dieser Beziehung überhaupt kein Unterschied besteht. —

Relative Länge der einzelnen Strahlen.

Ebensowenig, wie das Verhältniss des zweiten Strahls zur Körpergrösse, lassen die Beziehungen der einzelnen Strahlen und Zehen unter einander etwas von jener Gesetzmässigkeit erkennen, die an den entsprechenden Punkten beim Handskelet so leicht aufzudecken war. Es ist dies um so auffallender, als wir oben an der Betrachtung der Reihenfolge der einzelnen Abschnitte, an der Constanz der Mittelwerthe u. s. w. uns überzeugen konnten, dass die Längen der Strahlen und ihrer einzelnen Abschnitte nicht willkürlich variiren, sondern vorgeschriebene Bahnen innehalten. Es wird also wohl die Ursache des Misslingens unserer Bemühungen darin liegen, dass die einzelnen Factoren, welche für diese Beziehungen maassgebend sind, beim Fusse viel complicirterer Natur sind als bei der Hand, sodass die Gesetzmässigkeit nicht so leicht, oder an so wenig zahlreichem Material, aufzudecken ist.

Unter obwaltenden Umständen verzichte ich darauf, näher auf diese Beziehungen einzugehen; mehr des Beispiels halber will ich hier nur eine kurz berühren.

Ich hatte s. Z. (l. c. S. 110), indem ich den zweiten Strahl = 100 setzte und darnach die Indices des ersten Strahls berechnete, gefunden, dass bei den niederen Indices das weibliche, bei den höheren das männliche Geschlecht stärker vertreten sei. Die Fortsetzung der Messungen hat indessen dies Resultat wieder verwischt, wie wir aus folgender Zusammenstellung ersehen:

Tabelle XLV. Relative Länge des ersten Strahls.

Index	Männer	Weiber	Erwachsene	Männer : Weiber
85,1— 87,5	7 (2)		8 (3)	
87,6— 90,0	26 (9)	9 (7)	36 (17)	1 : 0,35 (0,78)
90,1 — 92,5	44 (28)	24 (16)	72 (46)	1 : 0,55 (0,57)
92,6— 95,0	64 (38)	30 (17)	100 (59)	1 : 0,47 (0,45)
95,1— 97,5	29 (19)	11 (6)	43 (27)	1 : 0,38 (0,32)
97,6—100,0	16 (11)	8 (3)	27 (17)	1 : 0,50 (0,27)
100,1—102,5	5 (4)		5 (3)	

Man beachte, in wie unregelmässiger Weise sich der Zuwachs auf die einzelnen Gruppen vertheilt! Uebrigens tritt die Gleichartigkeit

auch schon hervor, wenn wir die Indices der einzelnen Strahlen aus den Mittelwerthen der Tabelle XXXVI berechnen:

Männer	93,2 (93,8)	100	94,1 (94,1)	89,2 (89,3)	81,1 (81,4)
Weiber	93,4 (93,0)	100	93,7 (93,7)	89,2 (89,2)	81,6 (81,5)

und ebenso in den Procentzahlen, welche Tabelle XL als Verhältniss zwischen den Mittelwerthen beider Geschlechter giebt:

94,2 (94,5)	94,1 (95,3)	93,7 (94,9)	94,1 (95,2)	94,7 (95,4)

Die Schwierigkeiten, welche sich der Lösung dieser Fragen widersetzen, liegen wahrscheinlich in der Unsicherheit, welchen Strahl wir der Berechnung zu Grunde legen müssen. Vom ersten Strahle auszugehen erscheint unthunlich, weil seine besondere Ausbildung ja ein recenter Charakter ist; aber bei den anderen Strahlen haben wir in Folge der ausserordentlich variablen Reduction der Mittelphalanx womöglich noch unruhigere und complicirtere Verhältnisse, sowie ebenfalls eine recente Umbildung. Es würde also sehr umfangreicher Rechnereien bedürfen, um festzustellen, welcher Abschnitt des Fussskelets constant genug sei, um als Maassstab der Abweichungen angewandt werden zu können; und die dafür aufzuwendende Mühe scheint mir, vorläufig wenigstens, ausser Verhältniss zu der Bedeutung der zu erhoffenden Resultate zu stehen. —

Einfluss der Verschmelzung auf die Längenentwicklung der Phalangen.

Zu den 5 Fällen, in welchen Mittel- und Endphalanx nicht nur der fünften, sondern auch der vierten Zehe mit einander synostosirt waren, sind jetzt hinzugetreten: Nr. 285, sowie Nr. 240, wo sie auch bei der dritten, und Nr. 241, wo sie bei allen vier kleineren Zehen verschmolzen sind. Immer aber sind diese Fälle zu wenig zahlreich, um zur Lösung der vorliegenden Fälle beitragen zu können.

Dasselbe gilt von den Fällen, in denen bei der fünften Zehe auf der einen Seite Verschmelzung bestand, auf der anderen Seite nicht: zu den 7 mitgetheilten sind nur 2 neue hinzugekommen. —

Ich hatte s. Z. (l. c. S. 112) darauf aufmerksam gemacht, dass am macerirten Fussskelet die Länge von Mittel- + Endphalanx der fünften Zehe bei den beiden Geschlechtern in verschiedener Weise durch die Verschmelzung beeinflusst wird: letztere lässt den Mittelwerth beim Manne sinken, beim Weibe dagegen unerwarteterweise steigen. Ich hatte schon damals (l. c. S. 99) nachgewiesen, wie dies Verhalten sich bei wachsender Reihe als constant erwies; das ist auch weiterhin so geblieben:

	ohne Verschmelzung		mit Verschmelzung		schlechthin	
	Fälle	Mittelwerth	Fälle	Mittelwerth	Fälle	Mittelwerth
Männer	118 (67)	15,7 (15,9)	75 (45)	14,5 (14,7)	193 (112)	15,3 (15,4)
Weiber	50 (29)	13,6 (13,8)	31 (21)	14,0 (14,2)	81 (50)	13,8 (14,0)
Erwachsene	182 (106)	15,1 (15,2)	110 (72)	14,4 (14,6)	282 (178)	14,8 (14,9)

Ich kann es nicht unterlassen darauf aufmerksam zu machen, mit welcher Gesetzmässigkeit sich auch hier wieder der Gesammtzuwachs an Fällen auf die einzelnen Gruppen vertheilt hat.

Bei der Beurtheilung des etwaigen Einflusses auf das Längenwachsthum ist nicht zu vergessen, dass wir in den Fällen, in welchen keine Verschmelzung besteht, zum Mittelwerth noch die Dicke der Knorpelüberzüge des distalen Interphalangealgelenks hinzuzuaddiren haben.

Aus gewissen Unregelmässigkeiten anderer Tabellen habe ich s. Z. (l. c. S. 98) das abweichende Verhalten beider Geschlechter dahin erklären zu müssen geglaubt, dass die Verschmelzung nur die Länge der Endphalanx beeinflusse, beim Manne verkürzend, beim Weibe verlängernd. Abgesehen davon, dass hierdurch der Vorgang selbst durchaus nicht an Verständlichkeit gewinnt, hat dieser Weg, wie wir gleich sehen werden, vollkommen irre geführt. Wir müssen einen ganz anderen einschlagen, wollen wir den Boden der Thatsachen nicht unter den Füssen verlieren.

Die Verschmelzung ist nie so weitgehend, dass wir nicht noch die Länge der beiden Abschnitte mit hinreichender Genauigkeit einzeln messen konnten. Leider ist mir dieser so nahe liegende Weg, das Verhalten jedes einzelnen der beiden Skeletstücke für sich zu constatiren, erst so spät eingefallen; indessen konnte ich diesen Fehler noch bei den meisten früheren Messungen nachträglich wieder gutmachen.

Es sind darnach in der früheren Mittheilung hinzuzufügen: Nr. 5 (4 + 10 = 14); Nr. 10 (5 + 9 = 14); Nr. 11 (4 + 12 = 16); Nr. 12 (4 + 12 = 16); Nr. 15 (3 + 8 = 11); Nr. 16 (3 + 10 = 13); Nr. 17 (2 + 10 = 12); Nr. 24 (4 + 10 = 14); Nr. 28 (5 + 9 = 14); Nr. 29 (5 + 9 = 14); Nr. 58 (4 + 10 = 14); Nr. 59 (5 + 11 = 16); Nr. 62 (7 + 12 = 19); Nr. 65 (5 + 9 = 14); Nr. 81 (4 + 10 = 14); Nr. 82 (4 + 9 = 13); Nr. 86 (6 + 9 = 15, 4 + 9 = 13); Nr. 87 (6 + 9 = 15, 4 + 9 = 13); Nr. 90 (5 + 11 = 16); Nr. 91 (6 + 11 = 17); Nr. 110 (5 + 8 = 13); Nr. 113 (4 + 10 = 14); Nr. 126 (5 + 12 = 17, 2 + 12 = 14); Nr. 132 (4 + 12 = 16); Nr. 136 (3 + 11 = 14); Nr. 137 (3 + 11 = 14); Nr. 158 (5 + 10 = 15); Nr. 159 (6 + 10 = 16); Nr. 162 (1 + 12 = 13); Nr. 163 (6 + 12 = 18); Nr. 167 (5 + 9 = 14); Nr. 170 (7 + 10 = 17); Nr. 172 (4 + 10 = 14); Nr. 173 (5 + 9 = 14).

In den jetzt mitgetheilten Messungen ist in Verschmelzungsfällen ausser der Gesammtlänge auch die Länge der beiden einzelnen Abschnitte aufgeführt. Wir haben dadurch ein genügend grosses Material

erhalten, um den Mittelwerth für die Mittel- wie für die Endphalanx der fünften Zehe bei bestehender Synostose feststellen zu können. Indem ich sie anführe, setze ich zur Vergleichung die Mittelwerthe für die nicht synostosirten Fälle bei, die wir ja ohne Weiteres der Tabelle XXXVI entnehmen können. Es beträgt die mittlere Länge von Mittelphalanx und Endphalanx der fünften Zehe:

	Mittelphalanx				Endphalanx			
	nicht synostosirt		synostosirt		nicht synostosirt		synostosirt	
	Fälle	mm	Fälle	mm	Fälle	mm	Fälle	mm
Männer	118	6,4	46	4,6	119	9,4	45	9,7
Weiber	50	5,5	24	4,1	50	8,1	24	9,9
Erwachsene	182	6,1	74	4,5	183	8,9	73	9,8

Dass die Mittelphalanx in den Verschmelzungsfällen verkürzt ist, kann nicht auffallen; aber ausserordentlich auffallend ist es, dass die Synostose mit einer Verlängerung der Endphalanx verbunden ist.

Diese Beobachtung wirkt so überraschend, dass man sich sofort nach Fehlerquellen umzusehen geneigt ist. Eine solche könnte wohl nur in einer zu geringen Anzahl der Fälle gegeben sein, aus denen die Mittelwerthe gewonnen sind. Dem widerspricht aber, dass die Summe dieser Mittelwerthe dem durch directe Messung des verschmolzenen Stücks gewonnenen Mittelwerthe mit hinlänglicher Genauigkeit gleichkommt: Männer 4,6 + 9,7 und 14,5; Weiber 4,1 + 9,9 und 14,0; Erwachsene 4,5 + 9,8 und 14,4. Genauer aber können wir noch die Zuverlässigkeit der Mittelwerthe für synostosirte Mittel- und Endphalangen prüfen auf folgendem Wege, der zugleich weitere interessante Beziehungen ergiebt:

Wir haben zur Berechnung des Mittelwerths für Mittelphalanx und Endphalanx im Verschmelzungsfalle nur einen Theil der Fälle benutzen können, in denen Synostose bestand. Nehmen wir an, dass diese Mittelwerthe bereits constant sind, so hätten wir dieselben erhalten müssen, wenn wir alle Fälle hätten benutzen können. Wenn wir nun rückwärts gehen und für die Verschmelzungsfälle obige Mittelwerthe, für die Fälle ohne Verschmelzung die Werthe der Tabelle XXXVI in Rechnung stellen, so können wir den Mittelwerth für Mittel- und Endphalanx schlechtweg, ohne Rücksicht auf etwa bestehende Verschmelzung, berechnen. So ist der Mittelwerth für die männliche Mph. V, schlechthin genommen $\frac{118 \,.\, 6{,}4 + 75 \,.\, 4{,}6}{193} = 5{,}7.$ Auf diesem Wege erhalten wir die Werthe für Mph. V und Eph. V, welche auf Tabelle XXXVI an entsprechender Stelle in Klammern beigefügt sind. Der Beweis für die Zuverlässigkeit dieser Mittelwerthe ergiebt sich daraus, dass jetzt, nach der Einfügung der verbesserten Werthe, die Summe der Mittelwerthe für Grund-, Mittel- und End-

phalanx mit dem Mittelwerth der Zehenlänge genau übereinstimmen, während sie früher (l. c. S. 97) beträchtlich differirten.

Nachdem wir so für diese beiden Skeletstücke die wahren Mittelwerthe haben bestimmen können, vermögen wir auch die Gliederung der fünften Zehe und des fünften Strahls genauer zu bestimmen, und ebenso das procentische Verhältniss zwischen männlichen und weiblichen Mittelwerthen. Das ist denn auch schon geschehen, indem auf Tabelle XXXVII, XXXVIII und XXXIX die corrigirten Werthe in Klammern beigesetzt sind.

Wir können es also wohl als feststehend ansehen, dass diese Verschmelzung zu einer Verkürzung der Mittelphalanx und zu einer Verlängerung der Endphalanx führt. Die Verkürzung der Mittelphalanx erscheint uns leicht begreiflich; es kommt uns als selbstverständlich vor, dass frühzeitige Verschmelzungen — und um frühzeitige handelt es sich ja, wie ich früher [1]) nachgewiesen — die Längenentwicklung eines Skeletstücks hemmen. Die Verlängerung der Endphalanx dagegen könnte man damit zu erklären suchen, dass man sie als Compensationserscheinung anspricht. Die Unzulänglichkeit einer solchen Erklärung ergiebt sich aber, von allem anderen abgesehen, schon daraus. dass in den „Verschmelzungsfällen", d. h. bei allen Füssen, bei denen wenigstens an der fünften Zehe Mittel- und Endphalanx synostosirt sind, nicht nur die Mittelphalanx der fünften, sondern auch die der vierten, dritten und zweiten verkürzt sind. Die mittlere Länge der Mittelphalanx beträgt:

a. Männer	2. Zehe	3. Zehe	4. Zehe	5. Zehe
Füsse mit Verschm.	14,4	12,4	9,8	6,4
„ ohne „	12,7	9,4	7,3	4,6
b. Weiber				
Füsse mit Verschm.	12,1	10,1	7,8	5,5
„ ohne „	10,3	7,8	6,4	4,1

Es sind also nicht nur die Mittelphalangen verkürzt, welche mit ihrer Endphalanx synostosirt sind, sondern auch diejenigen, bei denen ein solches Wachsthumshinderniss nicht bestand. Das legt uns die Annahme nahe, dass nicht die Verschmelzung, sondern die Verkürzung das Primäre sei.

Ich habe in meiner früheren Mittheilung darauf aufmerksam gemacht, wie wir bei den Mittelphalangen der 2.—5. Zehe zwei Typen der Längenentwicklung unterscheiden können, einen gutentwickelten und einen verkürzten. Die jetzige Fig. 21 und ebenso in der früheren Mittheilung die Fig. 22 geben ein anschauliches Bild von der Verbreitung dieser beiden Typen: bei der zweiten wiegt der gestreckte Typus vor, bei der vierten der verkürzte; bei der dritten halten sich

[1]) Die kleine Zehe. Arch. f. Anat. u. Entwicklungsgesch. 1890, S. 21.

beide etwa die Wage, bei der fünften ist der gestreckte ganz verschwunden und nur noch der verkürzte vertreten. Dabei zeigen die beiden Geschlechter einen charakteristischen Unterschied, insofern als beim weiblichen Geschlecht der verkürzte Typus jedesmal relativ stärker vertreten ist. Diejenigen Füsse nun, welche Verschmelzungen aufweisen, fallen, wie Fig. 31 nachweist, durchaus nicht bei jeder Zehe innerhalb des verkürzten Typus, doch zeigen sie jedesmal eine viel stärkere Vertretung desselben als die Füsse ohne Verschmelzung. Man vergleiche z. B. die Curven für Mph. III: bei den männlichen Fällen ohne Verschmelzung überwiegt ganz ausgesprochen der gestreckte, bei den mit einer solchen der verkürzte; bei den weiblichen Fällen ohne Verschmelzung sind beide Typen etwa gleich stark vertreten, bei denen mit einer solchen ist der gestreckte fast verschwunden. Dies gilt von den Mittelphalangen derjenigen Füsse, die wenigstens eine Verschmelzung aufweisen; suchen wir jedoch die Längenwerthe derjenigen Mittelphalangen, die wirklich verschmolzen sind, auf Fig. 31 (bei Fig. 21 sind sie nicht aufgenommen) auf, so sehen wir, dass sie nicht nur entschieden innerhalb des Verkürzungstypus liegen, sondern häufig auch so geringe Grösse besitzen, wie wir sie bei unverschmolzenen Mittelphalangen niemals beobachten.

Es ist also keineswegs die Verkürzung als Folge der Verschmelzung — sonst würde die Verkürzung nicht auch bei den übrigen Zehen eintreten, bei denen keine Verschmelzung besteht — sondern eher schon als Vorbedingung derselben aufzufassen. Worauf beruht denn aber die Verlängerung der Endphalanx?

Mit solchen Schlagworten, wie „compensatorisches Längenwachsthum“ ist wenig gethan. Wir werden später (auf Tabelle XLVI) sehen, wie beim Vorkommen auch nur einer Verschmelzung nicht blos die Eph. V, sondern auch die der übrigen Zehen, einschliesslich der ersten, länger werden. Ein innerer Zusammenhang ist also wahrscheinlich vorhanden, aber es fragt sich, welcher Art? Leider ist mein Material noch immer nicht gross genug, um die Frage rechnerisch zu lösen, die Mittelwerthe sind noch zu unsicher; aber keinenfalls sprechen sie jetzt schon für die Wahrscheinlichkeit einer Ausgleichung. Wenn wir bei beiden Geschlechtern die Fälle, in denen die verwachsene Mph. V 4 mm oder weniger misst, sowie diejenigen mit 5 mm oder mehr getrennt behandeln, so erhalten wir folgende Mittelwerthe:

	Mph. V absolut	Mph. V im Mittel	Zahl der Fälle	Eph. V absolut	Eph. V im Mittel
Männer	1—4 mm	3,4 mm	16	9—12	10,2
	5—7 „	5,2 „	29	8—12	9,4
Weiber	1—4 „	3,3 „	14	8—12	9,8
	5—6 „	5,2 „	10	9—12	10,1

Bei Männern nimmt also die Länge der Endphalanx etwas zu, wenn die der Mittelphalanx fällt, bei Weibern ist es aber gerade umgekehrt.

Man kann also nach berühmtem Muster sagen: „es liegt etwas vor, man weiss nur nicht was". Halten wir uns an die nackte Thatsache, dass Verschmelzung von Mittel- und Endphalanx mit Längenzunahme der Endphalanx verbunden ist, so wirft dies ein interessantes Streiflicht auf die Längenentwicklung von Eph. I an Hand und Fuss. Im Grossen und Ganzen kann man ja sagen, dass beim ersten Finger und bei der ersten Zehe des Menschen die Endphalanx allein etwa denselben procentischen Antheil an der Gesammtlänge einnimmt, wie bei den übrigen Fingern und Zehen die Endphalanx plus Mittelphalanx (vgl. Tabelle XXXII und XXXVIII). Aber nicht nur beim Menschen ist die erste Endphalanx die längste, sondern auch bei manchen Säugethieren, selbst dann, wenn der erste Finger oder die erste Zehe besonders verkürzt ist (z. B. Feliden, Leporiden). Eine „Erklärung" dieser Erscheinung im landläufigen Sinne des Wortes ist es ja nicht, wenn wir die besondere Längenentwicklung der Eph. I mit der bei Verschmelzung von Mittel- und Endphalanx zunehmenden Länge der übrigen Endphalangen in Verbindung bringen — aber vorläufig ist dadurch für eine bis dahin ganz isolirt dastehende Erscheinung eine Reihe von analogen Fällen aufgedeckt und somit ein Anhalt gewonnen, von dem aus man hoffen kann später zu einer genügenderen Aufklärung des Zusammenhangs zu gelangen.

In Parenthese sei hier darauf aufmerksam gemacht, dass jene seltsamen Fälle von verkürzter Endphalanx des Daumens, die ich oben (S. 107) eingehender besprochen, in Verbindung mit dem soeben Gesagten eigenthümliche Verhältnisse zu verrathen scheinen. In allen sieben Fällen haben Met. I und Gph. I, mit dem übrigen Handskelet verglichen, etwa gerade mittlere Länge, während die Endphalanx diejenige Länge hat, welche wir erwarten würden, wenn der Daumen ebenso gegliedert wäre wie die anderen Finger! Halten wir dazu das gänzliche Fehlen von Uebergängen zwischen der verkürzten Form und der normalen (s. ebend.), so erhalten wir den Eindruck, als sei hier ein Element ausgefallen, nämlich die (mit der Anlage der Endphalanx sonst verschmelzende Anlage der) Mittelphalanx! Ich bin indessen weit entfernt, dieser so verführerischen Hypothese Raum zu geben — für solchen Ausfall in der Continuität haben wir keine zulässigen Analogien; für mich ist, vorläufig wenigstens durchaus, dies Zusammentreffen kein vielversprechender Fingerzeig, sondern ein curioses Naturspiel. Indessen möchte ich diese Gelegenheit doch benutzen, erneut diesen Punkt der Aufmerksamkeit der Anatomen und ganz besonders der Anthropologen zu empfehlen; der Gegenstand ist der Untersuchung ja so ausserordentlich zugänglich, und es wäre, dank dem anscheinend gänzlichen Mangel an Uebergängen, so leicht, darüber sowohl Massenuntersuchungen (Aushebungen, Schulen, Forschungsreisen u. s. w.) als auch Prüfungen betr. Vererbbarkeit anzustellen!

Aber kehren wir zu unserem eigentlichen Thema zurück. Die Beobachtung, dass bei den Füssen, bei welchen Mittel- und Endphalanx der fünften Zehe synostosirt sind, die Mittelphalanx kürzer und die Endphalanx länger ist, und zwar nicht nur bei der fünften Zehe, sondern auch, z. Th. sogar um viel bedeutendere Beträge, bei allen anderen Zehen, musste mir den Gedanken nahe legen, dass wir

es hier vielleicht mit zwei scharf getrennten Typen zu thun hätten, die sich trotz aller Vermischung noch in der heute lebenden Bevölkerung getrennt erhalten hätten — wie man ja Aehnliches betr. gewisser Schädeltypen behauptet hat. Um dieser Frage näher zu treten, habe ich die einzelnen Füsse, ohne Rücksicht auf ihre paarweise Zusammengehörigkeit und nur nach dem Geschlecht getrennt, in die beiden Kategorien: Fälle mit und ohne Verschmelzung, gesondert. Betrachten wir zuerst die so erhaltenen Mittelwerthe:

Tabelle XLVI. Mittelwerthe des Fussskelets.

a) Männer.

Fälle ohne Verschmelzung. aus 119 Füssen:						Fälle mit Verschmelzung. aus 77 Füssen:					
Met.	60,4	71,7	68,8	66,9	62,6	Met.	59,9	71,3	68,1	66,4	62,4
Gph.	29,8	27,4	24,9	23,5	21,8	Gph.	29,8	27,8	24,8	23,2	21,8
Mph.	—	14,4	12,4	9,8	6,4	Mph.	—	12,7	9,4	7,8	4,6
Eph.	24,6	9,9	10,8	10,5	9,4	Eph.	24,7	10 4	11,3	10,7	9,7
Zehe	54,5	51,7	48,2	43,7	37,5	Zehe	54,1	50,4	45,6	41,2	36,2
Strahl	114,8	123,4	116,5	110,6	100,1	Strahl	113,9	121,7	113,7	107,5	98,5

Mittlere Körperlänge (zu 109 Füssen): 165,9 cm. — Mittlere Körperlänge (zu 72 Füssen): 165,5 cm.

b) Weiber.

Fälle ohne Verschmelzung. aus 50 Füssen:						Fälle mit Verschmelzung. aus 32 Füssen:					
Met.	56.8	68,7	65,0	63,7	59,9	Met.	57,1	68,8	65,2	64,0	60,0
Gph.	27,9	25,5	23,8	21,8	20,2	Gph.	27,4	26,0	23,6	22,0	20,9
Mph.	—	12,1	10,1	7,8	5,5	Mph.	—	10,8	7,8	6,4	4,1
Eph.	22,9	9,8	10,1	9,6	8,1	Eph.	23,4	10,2	11,2	10,5	9,9
Zehe	50,8	46,8	43,5	39,2	33,8	Zehe	50,8	46,6	42,5	38,9	34,9
Strahl	107,7	115,5	108,5	103,8	93,7	Strahl	107,9	115,8	107,8	102,9	94,9

Mittlere Körperlänge (zu 45 Füssen): 155,6 cm. — Mittlere Körperlänge (zu 26 Füssen): 155,2 cm.

Metatarsalia und Grundphalangen zeigen ebenfalls Differenzen, die z. Th. grösser sind, als die auf Tabelle XXXVI beim Anwachsen der Untersuchungsreihe beobachteten. Doch will ich es dahin gestellt sein lassen, wie weit sie noch innerhalb der Fehlergrenzen liegen. Dagegen liegen die Differenzen bei den Mittel- und Endphalangen jedenfalls weit ausserhalb dieser Grenzen, und sie geben dem Fuss einen ganz verschiedenen Aufbau, wie wir aus folgender Zusammenstellung ersehen:

Tabelle XLVII. Gliederung der Zehen.

a) Männer.

Fälle ohne Verschmelzung. nach 119 Füssen:						Fälle mit Verschmelzung. nach 77 Füssen:					
Gph.	54,7	53,0	51,7	53,8	58,2	Gph.	54,2	54,2	54,4	56,8	60,2
Mph.	—	27,9	25,7	22,4	17,1	Mph.	—	25,2	20,6	17,7	12,7
Eph.	45,1	19,1	22,4	24,0	25,1	Eph.	45,7	20,6	24,8	26,0	26,8
Sa.	99,8	100,0	99,8	100,2	100,8	Sa.	99,9	100,0	99,8	100,0	99,7

b) Weiber.

nach 50 Füssen:					
Gph.	54,9	54,5	53,6	55,6	59,8
Mph.	—	25,9	23,2	19,9	16,3
Eph.	45,1	19,9	23,2	24,5	24,0
Sa.	100,0	100,3	100,0	100,0	100,1

nach 32 Füssen:					
Gph.	53,9	55,7	55,5	55,6	59,9
Mph.	—	22,1	18,4	16,5	11,7
Eph.	46,1	21,9	26,4	27,0	28,4
Sa.	100,0	99,7	100,3	100,1	100,0

Bei der Vergleichung erkennen wir, wie die beiden mit der Rückbildung der Mittelphalangen zusammenhängenden Erscheinungen: Verkürzung der Mittelphalanx und Verlängerung der Endphalanx, nicht bei beiden Geschlechtern gleichmässig zunehmen, da sie beim weiblichen Geschlecht ohnehin schon (vgl. auch Tabelle XXXVIII) wirksam sind. Nach der graduellen Einwirkung erhalten wir folgende regelmässige Reihenfolge: Männer ohne V., Weiber ohne V., Männer mit V., Weiber mit V. Dieselbe Reihenfolge prägt sich auch in der Gliederung der Strahlen aus:

Tabelle XLVIII. Gliederung des Fussskelets (Strahllänge = 100).

a) Männer.

Fälle ohne Verschmelzung.

nach 119 Füssen					
Met.	52,6	58,1	58,6	60,5	62,5
Gph.	26,0	22,2	21,4	21,2	21,8
Mph.	—	11,7	10,6	8,9	6,4
Eph.	21,4	8,0	9,3	9,5	9,4
Sa.	100,0	100,0	99,9	100,1	100,1

Fälle mit Verschmelzung.

nach 77 Füssen					
Met.	52,6	58,6	59,9	61,8	63,4
Gph.	25,7	22,4	21,8	21,6	22,1
Mph.	—	10,4	8,3	6,8	4,7
Eph.	21,7	8,5	9,9	10,0	9,8
Sa.	100,0	99,9	99,9	100,2	100,0

b) Weiber.

Fälle ohne Verschmelzung.

nach 50 Füssen					
Met.	52,7	59,5	59,9	61,8	63,9
Gph.	25,9	22.1	21,5	21,2	21,6
Mph.	—	10,5	9,3	7,6	5,9
Eph.	21,3	8,1	9,3	9,3	8,6
Sa.	99,9	100,2	100,0	99,9	100,0

Fälle mit Verschmelzung.

nach 32 Füssen					
Met.	52,9	59,7	60,8	62,2	63,2
Gph.	25,4	22,5	22,0	21,8	22,0
Mph.	—	8,9	7,3	6,2	4,3
Eph.	21,7	8,8	10,4	10,2	10,4
Sa.	100,0	99,9	100,5	99,9	99,9

Der bei den beiden Geschlechtern verschiedene Grad der Beeinflussung tritt namentlich hervor, wenn wir das procentische Verhältniss der Mittelzahlen beider Geschlechter, wie es Tabelle XL giebt, für die Fälle mit resp. ohne Verschmelzung gesondert berechnen:

Tabelle IL. Procentisches Verhältniss der Mittelzahlen beider Geschlechter (M. = 100).

Fälle ohne Verschmelzung					
Met.	94,0	95,8	95,2	95,2	95,7
Gph.	93,6	93,1	93,6	92,8	92,7
Mph.	—	84,0	81,5	79,6	86,0
Eph.	93,1	93,9	93,5	91,4	86,2
Zehe	93,2	90,5	90,2	89,7	90,1
Strahl	93,8	93,6	93,1	93,1	93,6

Mittlere Körpergrösse 100 : 93,8

Fälle mit Verschmelzung					
Met.	96,8	96,5	95,7	96,4	96,2
Gph.	93,5	95,2	95,2	94,8	95,9
Mph.	—	81,1	83,0	87,7	89,1
Eph.	94,7	98,2	99,1	98,1	102,1
Zehe	93,9	92,5	93,2	94,4	96,4
Strahl	94,7	94,7	94,4	95,7	96,8

Mittlere Körpergrösse 100 : 93,8

Soweit die Mittelwerthe in Betracht kommen, sehen wir also etwa folgende Unterschiede zwischen den Fällen mit und denen ohne Verschmelzung: Die Metatarsalia und Grundphalangen sind bei Verschmelzungsfällen etwas kürzer, namentlich beim männlichen Geschlecht. Die Mittelphalangen sind ausgesprochen verkürzt und ebenso die Endphalangen verlängert. Die Zehen und die Strahlen sind ausgesprochen verkürzt. Der Aufbau ändert sich in der Art, dass der männliche Fuss mit Verschmelzung sich dem weiblichen mehr nähert, während beim weiblichen Fusse mit Verschmelzung sich die specifischen weiblichen Charaktere noch stärker ausbilden. Indessen ist bei den Verschmelzungsfällen der Unterschied zwischen beiden Geschlechtern in den einzelnen Maassen wie im ganzen Aufbau nicht so gross, wie in den Fällen ohne Verschmelzung.

Die Correction der Mittelwerthe, welche eine ausführlichere Untersuchung ergeben würde, wird voraussichtlich nichts Wesentliches an diesen Ergebnissen ändern. Es fragt sich nun, ob diese Unterschiede uns berechtigen können, zwei verschiedene Fusstypen zu statuiren?

In der Einleitung zu diesem Beitrage (s. oben S. 96) habe ich gesagt, dass wir, wenn wir Mischreihen in ihre einzelnen Bestandtheile aufzulösen versuchen, prüfen müssen, ob die nach den gewählten Gesichtspunkten gebildeten Unterreihen reinere Curven ergeben als die Gesammtreihe. Das scheint hier aber nicht der Fall zu sein. Hin und wieder macht es den Eindruck, als ob wenigstens die Füsse mit Verschmelzungen einen reineren Typus hätten, aber ein Blick auf Fig. 31 lehrt uns, dass auch bei ihnen noch gestreckte und verkürzte Mittelphalangen vorkommen, wenn auch in anderen Mischungsverhältnissen als bei den Füssen ohne Verschmelzung. Auch die Längen der übrigen Skeletstücke sowie die der Zehen und Strahlen geben keineswegs ausgesprochen klarere Curven; Maxima und Minima sowie die Unregelmässigkeiten in der Häufigkeit der einzelnen Zwischenstufen sind dieselben wie in der Gesammtreihe oder bei den Füssen ohne Verschmelzung.

Vielleicht könnte man erwarten, zu klareren Ergebnissen zu gelangen, wenn man nur die reinen Fälle berücksichtigt und die gemischten, d. h. diejenigen, bei welchen nur der eine Fuss einer Leiche Verschmelzungen aufweist, auslässt. Es würde dadurch aber das Material bedeutend gemindert werden, denn man müsste in den vorliegenden Messungen nicht nur die 18 Fälle streichen, in denen gemischte Verhältnisse obwalten, sondern auch die 61 Fälle, in welchen das Verhalten der anderen Seite nicht bekannt war. Da ich nun diese Messungen fortsetze, so werde ich voraussichtlich später einmal in der Lage sein, unter Beobachtung dieser Vorsichtsmaassregel zuverlässigere Daten zur Entscheidung dieser Frage beibringen zu können.

Wir können also unsere Ergebnisse dahin zusammenfassen: Ver-

schmelzungen von Mittel- und Endphalanx finden sich an Füssen, die durchschnittlich kürzere Mittel- und längere Endphalangen, wahrscheinlich auch durchschnittlich etwas kürzere Metatarsalia und Grundphalangen besitzen. Dass die Füsse mit resp. ohne Verschmelzungserscheinungen zwei scharf gesonderte Fusstypen repräsentirten, geht vorläufig wenigstens nicht mit Sicherheit aus den Beobachtungen hervor.

Ob diesen Synostosen schliesslich die Bedeutung eines racenanatomischen Charakters zukommt, vermögen wir vorläufig erst recht nicht zu entscheiden. Wir haben oben (s. Tabelle XLV) gesehen, wie die mittlere Körpergrösse in beiden Kategorien absolut gleich zu sein scheint. Mein Material ist noch zu gering, um die Frage beantworten zu können, ob die Leichen, an denen diese Verschmelzung sich findet, in Bezug auf andere somatische Eigenthümlichkeiten Besonderheiten aufweisen; höchstens kann ich das aussagen, dass die Verschmelzung bei Blonden und bei Brünetten etwa gleich häufig vorkommt. —

Indem ich hiermit den ersten Abschnitt dieses Beitrages schliesse, darf ich die Ergebnisse desselben wohl in folgenden Sätzen zusammenfassen:

1. Das von mir benutzte Material, welches ich so nahm, wie es mir das Strassburger anatomische Institut lieferte, ohne Auswahl nach dem z. Th. sehr verschiedenen[1]) Geburtsort und Geburtsland der einzelnen Leichen, hat sich in seiner Zusammensetzung als durchaus gleichartig erwiesen.

2. Das Material hat sich als gross genug erwiesen, um die einzelnen Resultate als feststehend erscheinen zu lassen.

3. Die Gleichartigkeit des Materials ist aber nicht als Ausdruck der Einheitlichkeit aufzufassen, sondern als der einer Mischung von gleichbleibender Zusammensetzung.

4. Die Bevölkerung des Strassburger Leichensprengels (im weitesten Sinne) ist also zusammengesetzt aus einer gewissen Anzahl von selbstständigen Racen oder Typen, die in feststehenden Verhältnissen durch einander gemischt sind. —

Es sind also die Bedingungen gegeben, welche ich in der Einleitung (s. oben S. 96) als erforderlich erachtete, und wir können jetzt den Versuch wagen, die einzelnen Bestandtheile dieser Mischung zu sondern und näher zu untersuchen.

Wenn ein solches Unternehmen auch nicht geradezu aussichtslos ist, so bietet es doch soviel Schwierigkeiten, dass wir nicht hoffen können, gleich beim ersten Ansturm ans Ziel zu gelangen. Es würde

[1]) Vgl. die darauf bezüglichen Angaben im vierten Beitrage.

12

schon ausserordentlich viel sein, wenn der erste Versuch nicht gänzlich fehlschlüge, wenn wir dabei überhaupt einen Schritt vorwärts kämen oder auch nur den Weg entdeckten, auf welchem möglicherweise zum Ziele zu gelangen ist. Diese Erwägung möchte ich dem Leser dringend ans Herz legen; denn sonst laufe ich Gefahr, dass derselbe, unbefriedigt von den Ergebnissen, den jetzt folgenden Abschnitt für eine offenbare Verschwendung von Zeit und Papier erklärt.

Bei einem solchen Versuche, wie ich ihn jetzt unternehmen will, ist man rein auf tastendes Probiren angewiesen. Bei der grossen Mannigfaltigkeit der Möglichkeiten bedeutet es geradezu einen glücklichen Zufall, wenn sich eine gangbare Bahn eröffnet.

Ich bin von der Annahme ausgegangen, dass diese Mischung, die ja möglicherweise eine beträchtliche Anzahl von einzelnen Componenten einschliesse, vielleicht aus zwei oder drei Haupttypen zusammengesetzt sei und dass es gelingen könne, erst einmal diese grösseren Abtheilungen von einander zu sondern.

Als geeigneter Angriffspunkt erschienen mir die Curven mit ausgesprochenem Doppelgipfel. Unter diesen mussten sich mir zuerst die der Mittelphalangen des Fusses aufdrängen, jedoch erwies sich hier mein Bemühen als nutzlos. Ich wandte mich dann zum Handskelet, das sich ja in allen Beziehungen als zuverlässiger und weniger launenhaft erwiesen hatte. Hier war zwar nirgends eine so ausgesprochene Zweigipfligkeit, aber verschiedene Skeletabschnitte deuteten sie doch ziemlich erkennbar an. Unter diesen wählte ich das zweite Metacarpale und den zweiten Finger als Feld meiner Untersuchungen. Ich ordnete die Maasse nach verschiedenen sonstigen somatischen Eigenthümlichkeiten und war sehr erfreut, als sich die Haarfarbe hierfür wirklich zu bewähren schien. Zwar löste sie die Gesammtcurve nicht in zwei annähernd einheitliche auf, aber doch in einen eine annähernd einheitliche und eine zweite deutlich zweigipflige. Mehr hatte ich für den Anfang gar nicht zu hoffen gewagt, und so habe ich mich daran gemacht, Hand- und Fussskelet darauf hin zu untersuchen, ob zwischen Blondhaarigen und Dunkelhaarigen — ich werde sie kurzweg als blonden und brünetten Typus unterscheiden — typische Unterschiede festzustellen seien und ob die so gebildeten Abtheilungen einheitlichere Verhältnisse darböten, als die Gesammtreihe.

Diese Eintheilung hatte einen schweren Nachtheil: sie verminderte mein Material bedenklich, da bei manchen Leichen die Haarfarbe nicht festzustellen gewesen war, für andere überhaupt keine derartigen Angaben vorlagen. Ich konnte deshalb keinesfalls daran denken, auch die Irisfarbe zu berücksichtigen und darnach ev. Unterabtheilungen zu machen. Ferner musste ich, um die Zahlen einigermaassen gross genug zu bekommen, auch über die Unsicherheit der Diagnose hinwegsehen, die in vielen Fällen durch das Ergrauen bedingt war.

Welche Gefahren diese zweifelhaften Fälle herbeiführen konnten, habe ich in einem speciellen Falle erfahren müssen. Leiche 1890/91 Nr. 1 war als blond classificirt worden, soweit es die starke Ergrautheit des Siebzigjährigen zuliess. Da die Skeletmaasse jedoch dieser Angabe widersprachen — andernfalls hätten sie eine ganz alleinstehende sehr auffallende Ausnahme gemacht — so musste mir viel daran liegen, den Sachverhalt sicher zu stellen. Auf etwas umständlichem Wege glückte es schliesslich, langjährige gute Bekannte des Verstorbenen aufzutreiben, und da ergab die Auskunft, dass derselbe ein ausgesprochener Rothkopf gewesen war. —

Die Haarfarbe ist stets nur nach dem Kopfhaar bestimmt worden, nie ist das Barthaar auch nur zur Sicherstellung der Diagnose herbeigezogen worden. Im blonden Typus habe ich alle Schattirungen von Blond bis zur dunkelsten zusammengezogen, im brünetten alle Nüancen vom Braun, vom hellsten Braun an, das oft viel heller ist als manches Blond, sowie das eigentliche Schwarz. Eigentliche Rothhaarigkeit habe ich ganz fortgelassen; übrigens ist dieselbe hier so selten, dass ich in neun Jahren auf dem hiesigen Präparirsaal nur 2 Fälle beobachten konnte. —

Ich habe in der Einleitung (s. oben S. 111) den Umstand betont, dass das Anatomiematerial nicht in allen Stücken ein klares Bild von der lebenden Bevölkerung gewährt, sondern die letztere dabei eine Art Auslese erfährt. Ich zeigte dies an der verschiedenen Vertretung der beiden Geschlechter. Unter den an die Anatomie eingelieferten Personen, welche nachher auf Kosten ihrer Angehörigen beerdigt wurden, waren beide Geschlechter etwa gleich stark vertreten; ich will diese Kategorie weiterhin als „Beerdigungsleichen“ bezeichnen. Bei den nicht reclamirten dagegen, welche der Anatomie verbleiben, und die ich den letzteren als „Anatomieleichen“ gegenüberstellen will, war die Anzahl der männlichen Fälle doppelt so gross wie die der weiblichen — und genau dasselbe Verhältniss fand sich bei den einzelnen Extremitäten, über welche ich bei diesen Untersuchungen verfügen konnte!

Ich habe an demselben Orte auch schon darauf hingewiesen, wie das Verhältniss zwischen blonder und brünetter Haarfarbe bei den Beerdigungsleichen ein anderes ist als bei den Anatomieleichen, und wie das bei letzteren gefundene genau dem entspricht, welches bei den von mir benutzten Objecten zwischen den Händen und Füssen blonder und denen brünetter Personen obwaltet. Aus verschiedenen Gründen muss ich hier etwas genauer auf diese Verhältnisse eingehen.

Unter 144 männlichen und 145 weiblichen Beerdigungsleichen war die Haarfarbe (d. h. blond oder brünett) festzustellen gewesen für 102 männliche und 108 weibliche. Von den 102 Männern waren blond 25 = 24,5 %; von den 108 Weibern 16 = 14,8 %. Dagegen waren unter 273 männlichen und 127 weiblichen Anatomieleichen genaue

12*

Haarfarbe angegeben [1]) für 147 männliche und 87 weibliche. Hier waren von den 147 männlichen blond 52 = 35,4 %; von den 87 weiblichen 28 = 32,2 %.

Der Procentsatz der Blonden erscheint ausserordentlich viel kleiner resp. der der Brünetten viel grösser als die bekannte Schulkinderstatistik für Elsass ergeben hat. Mir stehen nun auch Zahlen zu Gebote für die Haarfarbe von Kindern und Heranwachsenden, die an die hiesige Anatomie eingeliefert waren. Ich will dieselben sondern für das Lebensalter von 0—10 Jahren und 11—20 Jahren, aber ohne Rücksicht darauf, ob sie beerdigt wurden oder der Anstalt verblieben; und ebenso den Procentsatz für blonde und brünette Erwachsene berechnen, indem ich Beerdigungsleichen und Anatomieleichen zusammennehme. Wir erhalten dann:

	Männl.			Weibl.		
	Fälle	davon blond	brünett	Fälle	davon blond	brünett
Kinderleichen 0—10 Jahre	36	31 = 86,1 %	5 = 13,9 %	41	26 = 63,4 %	15 = 36,6 %
desgl. 11—20 Jahre	33	16 = 48,5 %	17 = 51,5 %	22	8 = 36,4 %	14 = 64,6 %
Erwachsene [2])	249	77 = 30,9 %	172 = 69,1 %	195	44 = 22,6 %	151 = 77,4 %

Also der Procentsatz der brünetten Haarfarben steigt bei den männlichen Individuen auf das Fünffache, bei den weiblichen immer noch auf mehr als das Doppelte. Und ferner ist in der gleichen Kategorie der Procentsatz der Brünetten beim weiblichen Geschlechte stets beträchtlich grösser als beim männlichen.

Ich habe in der Einleitung hervorgehoben, dass auch schon bei den Leichen, die überhaupt in die Anatomie eingeliefert werden, ein auf socialen Verhältnissen beruhendes Auswahlsmoment in Wirksamkeit ist. Bei der Kleinheit der Zahlen wäre es aber vorläufig wohl noch zu gewagt, die Wirksamkeit desselben schon darin erkennen zu wollen, dass in dem Lebensalter von 11—20 Jahren das Verhältniss der männlichen zu den weiblichen Fällen sich auf 100 : 66,7 stellt; undenkbar wäre es gerade nicht, da die Mittelwerthe sich schon sehr früh anfangen einzustellen. Aber ich habe ebendaselbst auch schon gezeigt, dass diese auswählenden Einflüsse den Procentsatz der Brünetten und Blondinen in constanter Weise beeinflussen. Ist darauf vielleicht auch zurückzuführen, dass wir bei Erwachsenen so viel mehr Brünette finden als bei Kindern und Heranwachsenden? Ich bin der Ueberzeugung, nur zum allerkleinsten Theil, nur ganz unwesentlich gegenüber der collossalen Zunahme. Soviel ich das abschätzen konnte

[1]) Aus früheren Jahren fehlen entsprechende Notizen.

[2]) Die hier gegebenen Mittelzahlen sind nicht ganz correct, da Beerdigungsleichen und Anatomieleichen nicht im richtigen Verhältnisse zu einander stehen. Weiter unten (S. 182) werden wir als Procentsätze für Erwachsene schlechtweg („eingelieferte Leichen") finden: Männer 28,4 und 71,6, Weiber 17,8 und 82,2.

auf Spaziergängen und bei grösseren Menschenansammlungen (Volksaufläufe, Theater, Bahnhöfe u. dgl.) kommt bei den erwachsenen Einwohnern von Strassburg und Umgebung der blonde Typus etwa nur so häufig vor, wie es die für Beerdigungsleichen gefundenen Procentsätze angeben. Weitere Schlüsse daraus zu ziehen überlasse ich dem Leser.

Schwieriger ist die Frage zu entscheiden, ob das beständige Ueberwiegen des brünetten Typus beim weiblichen Geschlechte auf den auswählenden Einfluss der gedachten socialen Verhältnisse zurückzuführen ist. Mit den Zahlungen und Schätzungen an lebenden Menschenmassen vermochte ich nicht zu einem bestimmten Resultat zu kommen — es hätte umfangreicherer Vorbereitungen und Unterstützung durch Mitzähler bedurft. Der grosse Unterschied bei den Beerdigungsleichen scheint dafür zu sprechen, dass hier wirklich eine typische Verschiedenheit zwischen beiden Geschlechtern besteht.

Man kann nun kurzweg behaupten, dass die vorliegenden Zahlen viel zu klein sein, um einigermaassen zuverlässige Mittelwerthe zu ergeben. Dass die Zahlen noch sehr klein sind, räume ich ein, aber gegen die letztere Schlussfolgerung mache ich die Erfahrung geltend, dass Mittelwerthe sich schon sehr früh einstellen, weit früher, als man erwarten sollte. Gegen die Annahme, dass unsere Mittelwerthe schon den wahren Mittelwerthen nahe kommen, scheinen ihre grossen Unregelmässigkeiten zu sprechen. So steigt z. B. der Procentsatz der Blonden für die Männer bei den Anatomieleichen auf das $1\frac{1}{2}$ fache des für die Beerdigungsleichen gefundenen, für die Weiber auf mehr als das Doppelte. Aber diese Unregelmässigkeit ist nur scheinbar, sie schliesst in Wirklichkeit die wünschenswerthe Gesetzmässigkeit ein, wie wir aus folgenden (etwas umständlichen) Betrachtungen und Berechnungen ersehen können:

Die Momente, welche für die Auswahl der Anatomieleichen bez. für deren abweichende Zusammensetzung in Bezug auf das Verhältniss der Geschlechter und das der Haarfarben wirksam sind, lassen sich in zwei Gruppen trennen. Zur ersten Gruppe gehören diejenigen, welche eine abweichende Mischung der Haarfarben herbeiführen — sie werden mehr ethnographisch-socialer Natur sein. Zur zweiten gehören dagegen die, welche ein abweichendes Verhältniss der beiden Geschlechter zu einander verursachen; in ihnen glaube ich solche mehr ethisch-socialer Natur erkennen zu müssen. Indem ich in der Folge einfach von einem ethnographisch-socialen und von einem ethisch-socialen Moment rede, will ich es versuchen, diese beiden Momente auf ihren Zahlenwerth zu untersuchen.

Wir gehen aus von der Zusammensetzung der Leichen, die überhaupt an die Anatomie eingeliefert werden – weiter oben (S. 111) habe ich mitgetheilt, woher dieselben kommen. Von diesen Leichen,

unter denen höchstens die obersten socialen Schichten der Bevölkerung etwas zu gering vertreten sind, und die ich deshalb als einigermaassen treues Abbild der Bevölkerung in Rechnung stellen darf, wird der eine Theil auf Kosten der Angehörigen beerdigt, der andere nicht. Was die hier stattfindende Auswahl bestimmt, sind durchaus nicht ausschliesslich die pecuniären Verhältnisse der Hinterbliebenen und Angehörigen, da es den letzteren nicht allzu schwer wird, den geringfügigen Betrag der Bestattungskosten von der Mildthätigkeit der Mitmenschen zu erlangen; ob überhaupt nähere Angehörige vorhanden sind, ferner das Pietätsgefühl derselben, der Conflict zwischen der Pietät gegen den Verstorbenen und der Sorge für etwaige unversorgte Kinder u. s. w. u. s. w., das spielt dabei eine grosse Rolle. Die Summe dieser Einzelmomente bewirkt, dass von den Blonden ein anderer Procentsatz beerdigt wird als von den Brünetten, von den Männern ein anderer als von den Weibern.

Um diese Procentsätze im Einzelnen feststellen zu können, wäre es erforderlich, von den während eines bestimmten Zeitraums eingelieferten Leichen festzustellen, wie viel beerdigt wurden, wie viel nicht, und darunter, wie viel Männer und wie viel Weiber, wie viel Blonde und wie viel Brünette. Da aber im hiesigen anatomischen Institut bis vor kurzem nur die Anatomieleichen anthropologisch verwerthet wurden, so würden manche der Unterabtheilungen zu klein, die Mittelwerthe zu unsicher werden; ich muss deshalb einen anderen Weg einschlagen.

Von 182 männlichen und 161 weiblichen Leichen, die während eines bestimmten Zeitraums eingeliefert waren (s. oben S. 112), wurden beerdigt 117 M. = 64,3 % und 133 Weiber = 82,6 %. Darnach berechnet sich:

Von 1000 M. werden beerdigt	643,	davon sind blond	158,	brünett 485
" " werden nicht beerdigt	357,	" " "	126,	" 231
			Sa. 284	Sa. 716.
Von 1000 W. werden beerdigt	826,	davon sind blond	122,	brünett 704
" " werden nicht beerdigt	174,	" " "	56,	" 118
			Sa. 178	Sa. 822

indem ich das Verhältniss zwischen Blonden und Brünetten zu Grunde lege, wie ich es oben (S. 179) einerseits für Beerdigungsleichen, andererseits für Anatomieleichen bestimmt habe. Nun weiter:

Von 284 blonden M. werden beerdigt	158	= 55,6 %
" 716 brünetten " " "	485	= 67,7 %
" 178 blonden W. " "	122	= 68,6 %
" 822 brünetten " " "	704	= 85,6 %

Bestimmen wir nun zuerst das, was ich als das ethnographisch-sociale Moment bezeichnet habe:

Von 1000 blonden M. werden beerdigt	556	1 : 1,22
" 1000 brünetten " " "	677	
" 1000 blonden W. " "	685	1 : 1,25
" 1000 brünetten " " "	856	

d. h. also, die Brünetten, und zwar sowohl Männer als Weiber, haben 1,2—1,3 mal soviel Aussicht, beerdigt zu werden, als die Blonden.

Das andere Moment, das ethisch-sociale, bezieht sich darauf, dass verstorbene Weiber eine grössere Chance haben, beerdigt zu werden, als verstorbene Männer. Um dies Moment zahlenmässig ausdrücken zu können, berechnen wir:

Von 1000 M.	werden beerdigt	643	M.: W. = 1 : 1,28
„ 1000 W.	„ „	826	
„ 1000 blonden M.	„ „	556	M.: W. = 1 : 1,23
„ 1000 „ W.	„ „	685	
„ 1000 brünetten M.	„ „	677	M.: W. = 1 : 1,26
„ 1000 „ W.	„ „	856	

d. h. also, weibliche Verstorbene haben stets eine etwa 1,25 mal so hohe Chance, beerdigt zu werden, als männliche, und zwar bleibt dies Verhältniss das gleiche bei den Blondhaarigen, von denen im Ganzen weniger, und bei den Brünetten, von denen im Ganzen mehr beerdigt werden.

Es leuchtet aus diesen Zahlen eine Gesetzmässigkeit hervor, die, mich wenigstens, durchaus überrascht.

Man könnte nun das, was diesen Verhältnissen zu Grunde liegt, näher bestimmen, etwa in die Worte einkleiden wollen: „die Blonden sind die Unbemittelteren, die Brünetten die Wohlhabenderen, aber der Familiensinn ist bei beiden „Racen“ (wenn man diese Bezeichnung anwenden darf) gleich stark;“ aber ich halte dies für verlorene Mühe, da allzu viele Einzelfactoren dabei in Betracht kommen (geringere Erwerbsfähigkeit der zurückbleibenden Ehefrau, grösserer Wandertrieb und geringere Fürsorge für die Zukunft beim alleinstehend verstorbenen Manne, nach Geschlecht und Volkscharakter verschieden starker Hang am Gelde, und unendlich viel mehr). Es ist hier wie so oft: es wirken zusammen eine unendliche Menge von Einzelfactoren, jeder für sich unberechenbar und anscheinend ganz von Zufall und Willkür abhängig; und doch ist die Gesammtwirkung nicht nur constant, sondern auch klar und übersichtlich, in einfachen Zahlen auszudrücken.

Nur noch ein Wort als Schluss dieser Betrachtung. Ich habe immer betont, dass alle Mittelwerthe einer Bestätigung durch Wiederholung der Untersuchung an neuen Objecten bedürfen. Dementsprechend werde ich auch prüfen, sobald mir wieder eine genügende Menge neuen Materials zur Verfügung steht, wie weit sich die hier mitgetheilten Ergebnisse als stichhaltig erweisen. Dabei würde es mir nun nicht unerwartet kommen, wenn die späteren Resultate in ganz bestimmter Richtung abweichen würden. Die sociale Gesetzgebung der letzten Jahre beeinflusst die socialen Momente, welche bei der Versorgung unserer Institute mit Leichenmaterial eine so grosse Rolle spielen, in einer ja für uns bereits recht merklichen Weise. Diese plötzliche Aenderung der Einzelfactoren vermöchte sehr wohl die Gesammt-

wirkung derselben eine graduell verschiedene werden zu lassen. Immerhin aber dürfte es alsdann nicht schwer sein, den Charakter der Aenderung als den einer plötzlichen Störung zu diagnosticiren.

Was mich zu dieser Vermuthung für die Zukunft veranlasst, ist die Wahrnehmung, dass in den beiden letzten Jahren eine auffallende Aenderung in dem seit einer Reihe von Jahren constant gebliebenen Verhältniss zwischen beiden Geschlechtern eingetreten zu sein scheint. Im ganzen werden ja viele Verstorbene, die unter den früheren Verhältnissen den Untersuchungen unserer Wissenschaft resp. dem Unterrichte zu Gute gekommen wären, jetzt auf Grund ihrer Zugehörigkeit zu Cassen u. dgl. beerdigt, und das betrifft hauptsächlich Männer. Andrerseits führt Gewöhnung an staatliche u. dgl. Hülfe leicht zu einem Nachlassen der Selbstthätigkeit; in den Fällen, in denen keine Casse oder dgl. für die Beerdigungskosten eintritt, werden die Angehörigen vielleicht leichter als früher auf den Versuch verzichten, die Kosten aus eigenen Mitteln oder durch Beihülfe Privater aufzubringen. Ebenso wird der Mangel an Material die höheren Unterrichtsbehörden veranlassen, die Versorgungsmöglichkeiten der anatomischen Institute zu erweitern und neue Bezugsquellen zu eröffnen. Alles dieses kann sehr wohl die Folge haben, dass unsere Ergebnisse vielleicht nur für die jetzt abgeschlossene Zeitperiode Geltung haben, und dass wir mit unserer Statistik jetzt wieder von Neuem beginnen müssen. —

Das Material, welches meinen Messungen zu Grunde liegt, entspricht in seiner Zusammensetzung genau den „Anatomieleichen", also dem Leichenmaterial, welches das Product einer specifischen Auslese ist und von der lebenden Bevölkerung in verschiedenen Puncten in ganz constantem Grade differirt. Bezüglich des Geschlechts habe ich diese Uebereinstimmung schon oben (s. S. 113) nachgewiesen; in Bezug auf Haarfarbe geht dies aus folgender Zusammenstellung hervor:

	Männer			Weiber		
	unter	waren blond	brünett	unter	waren blond	brünett
Beerdigungsleichen	102	25 = 24,5 %	77 = 75,5 %	108	16 = 14,8 %	92 = 85,2 %
Anatomieleichen	147	52 = 35,4 %	95 = 64,6 %	87	28 = 32,2 %	59 = 67,8 %
Skeletirte Hände	137	55 = 40,1 %	82 = 59,9 %	80	25 = 31,1 %	55 = 68,9 %
„ Füsse	157	60 = 38,2 %	97 = 61,8 %	67	21 = 31,8 %	46 = 68,7 %

Dies verschiedene Mischungsverhältniss bleibt aber ohne Einfluss, wenn wir die beiden Typen mit einander vergleichen, die eine Möglichkeit ausgenommen: dass die Momente, welche für die Anatomieleichen eine andere Mischung der beiden Typen bewirken, auch innerhalb des einzelnen Typus eine Auslese treffen. Letzteres wird sich schwer verfolgen lassen, da voraussichtlich die Lösung dieser Frage ein umfangreiches Material erfordern wird. Bei dem raschen Anwachsen des anthropologischen Materials unseres Instituts wird dasselbe jedoch bald genügend gross sein. um entscheiden zu lassen, ob z. B. blonde Beerdigungsleichen und blonde Anatomieleichen somatisch ver-

schieden sind (Körpergrösse, Kopfindex u. s. w.). Gross können diese Unterschiede jedenfalls nicht sein, davon habe ich mich, wenn auch an relativ geringen Zahlen, wenigstens in Bezug auf die Körpergrösse schon überzeugen können. Ich glaube daher im Folgenden von einer Unterscheidung zwischen Beerdigungsleichen und Anatomieleichen absehen zu können.

Beginnen wir nun bei unserem Vergleiche der Blonden und Brünetten mit der Körpergrösse. Als Maassstab derselben verwende ich, wie schon im zweiten Beitrage angegeben (l. c. S. 19), die Leichenlänge, die gegenüber der Lebensgrösse um etwa 2 cm zu hoch ist.

Auf Fig. 32 habe ich alle darauf bezüglichen Angaben unserer Zählkarten in graphischer Darstellung zusammengestellt. Der Aufbau der einzelnen Curven trägt entschieden noch den Ausdruck der Unfertigkeit, charakteristische Züge treten noch nirgends deutlich hervor. Wir vermögen deshalb noch nicht zu erkennen, ob die einzelnen Curven einheitlich sind oder ob sich bei grösserem Material Mehrgipfligkeit herausstellen wird. Die Maxima und Minima stimmen bei beiden Typen ziemlich genau überein, die Mittelwerthe dagegen zeigen charakteristische Verschiedenheiten:

	Männer.			Weiber.			
	Zahl der Fälle	Mittlere Körpergr.	Oscill. Exp.	Zahl der Fälle	Mittlere Körpergr.	Oscill. Exp.	M. : W. Körpergr.
Blonde	73	165,7	5,7	42	157,1	4,5	100 : 94,8
Brünette	165	167,0	5,7	140	155,5	5,2	100 : 93,1
schlechthin	301	166,2	5,8	228	155,4	5,1	100 : 93,5

An dieser Zusammenstellung ist Verschiedenes auszusetzen. So ist namentlich die Zahl der blonden Weiber entschieden zu gering, und deshalb dürfte namentlich der Oscillations-Exponent noch wenig Werth haben. Aber wenn auch die Mittelwerthe selbst noch wenig zuverlässig sind, so tritt doch schon ein charakteristischer Zug in ihrem gegenseitigen Verhalten hervor: die brünetten Männer sind grösser als die blonden Männer, die brünetten Weiber sind kleiner als die blonden Weiber.

Dass dieses Ergebniss nicht auf Zufall beruht, geht daraus hervor, dass wir es immer wieder antreffen, wenn wir die Zahlen auch auf ganz anderer Weise gruppiren; so namentlich, wenn wir die zu den skeletirten Händen oder Füssen gehörenden Körpergrössen (soweit bekannt) zusammenstellen, wobei doch manche der oben benutzten zweimal, andere nur einmal und viele gar nicht in die Rechnung eintreten (s. unten Tabelle L u. LV). Auch anderswo werden wir bei den Mittelwerthen der absoluten Maasse fast ausnahmslos die Reihenfolge finden: brünette Männer, blonde Männer, blonde Weiber, brünette Weiber.

Es bedeutet dies, dass die Differenzen im Körperbau

zwischen Männern und Weibern beim blonden Typus geringer sind als beim brünetten. Für die oben angeführten Mittelwerthe der Körpergrösse ergiebt sich das Verhältniss bei den Blonden als 100 : 94,8, bei den Brünetten als 100 : 93,1.

Auffallen dürfte es, dass dabei die blonden Weiber zwar durchschnittlich grösser sind als die brünetten Weiber, die blonden Männer aber durchschnittlich kleiner als die brünetten Männer. Selbstverständlich aber gilt dies nur für diejenige Spielart der Species Homo sapiens, die speciell auf dem Strassburger anatomischen Institut vorkommt, und es muss dahingestellt bleiben, ob dabei hier etwa das Durchschnittsmaass durch Kümmerformen herabgedrückt ist, welche letzteren wir nach dem oben Gesagten hier bei den Blonden in stärkerer Vertretung erwarten dürfen als bei den Brünetten.

Im übrigen erweist sich der blonde Typus in Bezug auf Körpergrösse bis jetzt nicht einheitlicher als der brünette — im Gegensatz zu den Erscheinungen, die wir jetzt am Hand- und Fussskelet wahrnehmen werden.

Die Haarfarbe, sowie sonstige somatischen Eigenthümlichkeiten sind sowohl für die jetzigen, als auch für die früher mitgetheilten Messungen aus dem inzwischen erschienenen 4. Beitrage (Die Sesambeine des Menschen. Diese Zeitschr. Bd. I) zu entnehmen, indem man Jahreszahl und Ordnungsnummer der Leiche vergleicht.

Fig. 33—56 geben die graphische Darstellung der gefundenen Längen für die einzelnen Abschnitte des Hand- und Fussskelets, nach der Haarfarbe getrennt. Die Unterschiede, welche in dieser Beziehung zwischen dem blonden und dem brünetten Typus bestehen, wird man am besten aus diesen graphischen Darstellungen erkennen können.

Es muss uns vor allem in die Augen fallen, dass die absolute Variationsbreite beim blonden Typus in allen Fällen bedeutend geringer ist als beim brünetten. Weder nach der unteren noch nach der oberen Grenze hin erstrecken sich die Curven des blonden Typus soweit wie die des brünetten, sie bleiben nach beiden Seiten beträchtlich zurück. Dass dies nicht von der schwächeren Vertretung des blonden Typus abhängt, geht daraus hervor, dass die Variationsbreite sich, wie wir im ersten Abschnitte dieses Beitrags gesehen, bei einem der hier vorliegenden Zahlen entsprechenden Anwachsen der Untersuchungsreihe (z. B. weibliches Handskelet, weibliches Fussskelet) nicht im mindesten änderte, sondern die Maxima und Minima dieselben blieben.

Diese Unterschiede in der Grösse der Variationsbreite und in Lage der letzteren auf der Abscisse ist im allgemeinen um so schärfer ausgeprägt, je grösser an und für sich schon die Variationsbreite des betr. Skeletabschnitts ist; aber auch an den anderen Orten sind sie zu erkennen, zum wenigsten ist so gut wie niemals eine Abweichung von

der Regel zu constatiren. Doch treten wir jetzt in eine genauere Besprechung der Einzelheiten ein und beginnen dabei mit dem Handskelet.

Auffallenderweise sind hier die Mittelwerthe fast dieselben, wie wir aus folgender Zusammenstellung ersehen, und zwar gilt dies gerade für die zahlreicheren männlichen Fälle:

Tabelle L. Mittelwerthe des Handskelets.

a) Männer.

1. blonde (aus 55 Händen):

Met.	44,7	65,8	62,8	56,6	53,1
Gph.	29,4	39,1	43,5	41,3	32,4
Mph.	—	23,5	28,6	27,4	19,0
Eph.	22,5	17,8	18,7	19,2	17,2
Finger	52,0	80,4	90,9	87,9	68,6
Strahl	96,8	146,2	153,7	144,5	121,7

Mittlere Körpergrösse (zu 53 Händen): 165,4 cm.

2. brünette (aus 82 Händen):

Met.	44,6	66,0	63,1	56,5	52,7
Gph.	29,4	38,9	43,6	40,9	32,8
Mph.	—	23,7	28,6	27,8	19,3
Eph.	22,7	17,5	18,6	19,0	17,0
Finger	52,1	80,1	90,7	87,2	68,4
Strahl	96,7	146,1	153,7	143,7	121,2

Mittlere Körpergrösse (zu 78 Händen): 167,0 cm.

b) Weiber.

1. blonde (aus 25 Händen):

Met.	41,3	61,9	59,6	53,6	49,8
Gph.	27,7	37,2	41,2	38,8	30,6
Mph.	—	22,4	27,4	26,0	18,2
Eph.	20,6	16,3	17,1	17,5	15,9
Finger	48,3	75,9	85,7	82,2	64,5
Strahl	89,5	137,7	145,3	135,8	114,3

Mittlere Körperlänge (zu 25 Händen): 157,5 cm.

2. brünette (aus 55 Händen):

Met.	40,7	61,5	59,1	53,3	49,5
Gph.	27,1	36,6	40,8	38,4	30,2
Mph.	—	22,0	26,6	25,2	17,8
Eph.	20,2	16,0	16,5	17,0	15,5
Finger	47,2	74,5	83,9	80,6	63,4
Strahl	87,8	136,1	142,9	133,9	113,0

Mittlere Körperlänge (zu 55 Händen): 156,4 cm.

Nach den Erfahrungen, die wir im ersten Abschnitte dieses Beitrages über das Constantwerden von Mittelzahlen gemacht haben, sind die Zahlen der Einzelfälle noch nicht hoch genug, namentlich beim weiblichen Geschlechte, um bereits unveränderliche Mittelwerthe zu liefern, indessen schon zu hoch, als dass die Mittelwerthe sich noch wesentlich ändern könnten.

Wenn wir die graphischen Darstellungen eingehender prüfen, so erkennen wir, dass der blonde Typus nicht nur eine weit geringere Variationsbreite besitzt, sondern dass auch die einzelnen Figuren einen viel geschlosseneren Aufbau besitzen. An vielen Stellen zeigt der blonde Typus einen einheitlichen Gipfel, wo der brünette sich unentschieden verhält; ja der letztere verräth an mehreren solchen Orten ausgesprochene Zweigipfligkeit, als Hindeutung auf eine zu Grunde liegende Zusammensetzung aus swei Untertypen. Die grössere Einheitlichkeit des blonden Typus drückt sich zahlenmässig aus in den Oscillationsexponenten (s. Tabelle LI):

Wiederum treten die Unterschiede beim männlichen Geschlechte stärker hervor als beim weiblichen; wobei aber zu beachten ist, dass für das letztere noch gar zu geringes Material vorliegt.

Im ersten Abschnitte haben wir gesehen, wie bei einem zu kleinen

Tabelle LI. Oscillationsexponenten des Handskelets.

a) Männer.

1. blonde (aus 55 Händen):

Met.	1,7	1,8	1,6	1,6	1,6
Gph.	1,0	1,2	1,1	1,2	1,1
Mph.	—	1,0	1,2	1,1	1,1
Eph.	1,3	0,8	1,2	1,0	0,8
Finger	1,5	2,4	2,7	2,5	2,8
Strahl	2,5	3,3	3,9	3,6	3,3

2. brünette (aus 82 Händen):

Met.	2,7	3,4	2,9	2,8	2,4
Gph.	1,8	2,0	2,0	2,1	1,8
Mph.	—	1,4	1,7	1,6	1,6
Eph.	1,4	1,0	1,1	1,3	0,9
Finger	2,8	3,9	4,6	4,5	3,8
Strahl	5,0	6,9	7,1	6,7	5,9

b) Weiber.

1. blonde (aus 25 Händen):

Met.	2,0	2,7	2,2	2,3	2,1
Gph.	1,6	1,7	1,7	1,5	1,2
Mph.	—	1,3	1,7	1,8	1,2
Eph.	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Finger	2,1	2,8	3,9	3,2	2,5
Strahl	3,5	5,4	5,8	5,3	4,3

2. brünette (aus 55 Händen):

Met.	2,0	2,4	2,5	2,4	2,1
Gph.	1,8	1,9	1,8	2,0	1,6
Mph.	—	1,2	1,4	1,4	1,1
Eph.	1,2	0,7	1,0	1,0	0,9
Finger	2,2	3,4	4,0	4,0	3,2
Strahl	3,9	5,6	6,1	6,2	5,2

Untersuchungsmaterial die Mittelwerthe selbst sich ändern, das Verhältniss der Mittelwerthe zu einander aber bereits constant sein kann. Das ermuthigt uns, schon jetzt die mittlere Gliederung der Finger zu berechnen:

Tabelle LII. Gliederung der Finger.

a) Männer.

1. blonde (nach 55 Händen):

Gph.	56,5	48,6	47,9	47,0	47,2
Mph.	—	29,2	31,5	31,2	27,7
Eph.	43,3	22,1	20,6	21,9	25,1
Sa.	99,8	99,9	100,0	100,1	100,0

2. brünette (nach 82 Händen):

Gph.	56,4	48,6	48,1	46,9	47,2
Mph.	—	29,6	31,5	31,3	28,2
Eph.	43,6	21,8	20,5	21,8	24,9
Sa.	100,0	100,0	100,1	100,0	100,3

b) Weiber.

1. blonde (nach 25 Händen):

Gph.	57,3	49,0	48,1	47,2	47,4
Mph.	—	29,5	32,0	31,6	28,2
Eph.	42,7	21,5	20,0	21,3	24,6
Sa.	100,0	100,0	100,1	100,1	100,2

2. brünette (nach 55 Händen):

Gph.	57,4	49,1	48,6	47,6	47,6
Mph.	—	29,5	31,7	31,3	28,1
Eph.	42,8	21,5	19,7	21,1	24,4
Sa.	100,2	100,1	100,0	100,0	100,1

Wie wir sehen, sind diese Verhältnisszahlen innerhalb ziemlich enger Grenzen die gleichen, wenn auch die Mittelwerthe selbst noch so beträchtliche Differenzen zeigen, wie es beim weiblichen Geschlechte der Fall ist. Dieselbe Erfahrung machen wir, wenn wir statt der Gliederung der Finger die Gliederung der ganzen Strahlen berechnen:

Tabelle LIII. Gliederung des Handskelets (Strahllänge = 100).

a) Männer.

1. blonde (nach 55 Händen):

Met.	46,2	45,0	40,9	39,2	43,6
Gph.	30,4	26,7	28,3	28,6	26,6
Mph.	—	16,1	18,6	19,0	15,6
Eph.	23,2	12,2	12,2	13,3	14,2
Sa.	99,8	100,0	100,0	100,1	100,0

2. brünette (nach 82 Händen):

Met.	46,1	45,2	41,1	39,3	43,5
Gph.	30,4	26,6	28,4	28,5	26,7
Mph.	—	16,2	18,6	19,0	15,9
Eph.	23,5	12,0	12,1	13,2	14,0
Sa.	100,0	100,0	100,2	100,0	100,1

b) Weiber.

1. blonde (nach 25 Händen):

Met.	46,1	45,0	41,0	39,8	43,6
Gph.	30,9	27,0	28,4	28,7	26,8
Mph.	—	16,8	18'9	18,8	15,9
Eph.	23,0	11,8	11,8	12,7	13,9
Sa.	100,0	100,1	100,1	100.0	100,2

2. brünette (nach 55 Händen):

Met.	46,4	45.2	41,4	39,5	43,9
Gph.	30,9	26,9	28,6	28,6	26,7
Mph.	—	16,2	18,6	19,1	15,8
Eph.	23,0	11,8	11,5	12,9	13,7
Sa.	100,3	100,1	100,1	100,1	100,1

Grosse Unsicherheiten haben wir dagegen selbstverständlich zu erwarten, wenn wir die Beziehungen zwischen beiden Geschlechtern zu ermitteln suchen, indem wir die mittlere Länge eines Skeletabschnitts beim Weibe in Procenten der beim Manne gefundenen mittleren Länge ausdrücken. Immerhin aber können wir dies vornehmen, in der Erwartung, dass zwar die einzelnen Zahlen sich bei Fortsetzung der Untersuchung ändern, ihre Beziehungen zu einander aber die gleichen bleiben werden.

Tabelle LIV. Procentisches Verhältniss der Mittelzahlen beider Geschlechter (M. = 100).

a) blonde (nach 55 M. u. 25 W.):

Met.	92,4	94,1	94,9	94,7	93,8
Gph.	94,2	95,1	94,7	93,9	94,4
Mph.	—	95,8	95,8	94,9	95,8
Eph.	91,6	91,6	91,4	91,1	92,4
Finger	92,9	94·4	94.3	93,5	94,0
Strahl	92,5	94,2	94,5	94,0	93,9

Mittlere Körpergrösse 100 : 95,2

b) brünette (nach 82 M. u. 55 W.):

Met.	91,8	93,2	93,7	94,8	93,9
Gph.	92,2	94,1	93,6	93,9	93,5
Mph.	—	92,8	93,0	92,8	92,2
Eph.	89,0	91,4	88,7	89,5	91,2
Finger	90,6	93,0	92,5	92,4	92,7
Strahl	90,8	93,2	93,0	93,2	93,2

Mittlere Körpergrösse 100 : 93,7

Wenn wir bessere Gewähr für die Constanz dieser Werthe hätten, so wären hier eine ganze Reihe von typischen Unterschieden festzustellen. So aber müssen wir uns begnügen, diejenigen Differenzen hervorzuheben, die gross genug sind, um voraussichtlich bei genauerer und ausführlicherer Untersuchung nicht wieder zu verschwinden. Solche scheinen mir bereits vorzuliegen bei den Endphalangen. Die relative Kürze der Endphalangen ist ein specifischer Charakter des weiblichen Handskelets, und diesen Geschlechtscharakter sehen wir in ausgesprochener Weise beim brünetten Typus stärker ausgeprägt als beim blonden — womit sich die Eingangs aufgestellte Regel bestätigt, dass die Geschlechtscharaktere beim brünetten Typus stärker entwickelt sind als beim blonden.

Dieser Regel würden gleichfalls entsprechen die Schlüsse, welche wir aus obiger Tabelle ziehen könnten betr. der relativen Länge des Zeigefingers, der Längenbeziehungen zwischen dem einzelnen Finger und seinem Metacarpale, u. s. w.; doch sind vorläufig hierzu die Grundlagen noch nicht sicher genug. —

Gehen wir nunmehr zum Fussskelet über, indem wir gleich mit der Betrachtung der Mittelwerthe beginnen:

Tabelle LV. Mittelwerthe des Fussskelets.

a) Männer.

1. blonde (aus 60 Füssen):

Met.	60,5	71,6	68,1	66,7	62,6	
Gph.	29,8	27,5	24,9	23,4	21,8	
Mph.	—	12,7	10,4	8,8	6,2	(5,4)
Eph.	24,7	10,1	11,1	10,8	9,4	(9,5)
Zehe	54,0	50,8	46,5	42,1	36,8	
Strahl	114,5	121,9	114,6	108,8	99,4	

Mittlere Körperlänge (zu 59 Füssen): 166,1 cm.

2. brünette (aus 97 Füssen):

Met.	60,4	72,0	68,8	67,0	62,5	
Gph.	29,7	27,8	24,9	23,8	21,7	
Mph.	—	14,2	11,5	8,9	6,5	(5,9)
Eph.	24,6	10,1	11,0	10,6	9,4	(9,6)
Zehe	54,4	51,6	47,5	42,8	37,1	
Strahl	114,8	123,5	116,1	109,8	99,6	

Mittlere Körperlänge (zu 97 Füssen): 166,7 cm.

b) Weiber.

1. blonde (aus 21 Füssen):

Met.	57,8	69,4	65,2	63,9	60,2	
Gph.	28,9	26,8	24,0	22,6	21,1	
Mph.	—	12,5	10,6	8,1	5,6	(4,8)
Eph.	24,1	10,0	10,9	10,2	8,5	(9,4)
Zehe	53,0	48,9	45,6	41,0	35,1	
Strahl	110,8	118,8	110,4	104,8	95,8	

Mittlere Körperlänge (zu 21 Füssen): 156,2 cm.

2. brünette (aus 46 Füssen):

Met.	56,4	67,8	64,6	63,5	59,6	
Gph.	27,8	25,4	23,1	21,6	20,2	
Mph.	—	11,2	9,2	7,0	5,6	(5,0)
Eph.	22,8	9,5	10,8	9,9	8,1	(8,7)
Zehe	50,1	46,0	42,2	38,3	34,0	
Strahl	106,4	113,8	106,7	101,9	93,6	

Mittlere Körperlänge (zu 44 Füssen): 155,3 cm.

Hier ist die oben (S. 435) erwähnte Reihenfolge: brünette Männer, blonde Männer, blonde Weiber, brünette Weiber, in der absoluten Grösse der Mittelwerthe klar ausgedrückt.

Die graphischen Darstellungen bestätigen wieder die geringere Variationsbreite und den geschlosseneren Aufbau beim blonden Typus, was auch die folgende Zusammenstellung der Oscillationsexponenten bekräftigt:

Tabelle LVI. Oscillationsexponenten des Fussskelets.

a) Männer.

1. blonde (aus 60 Füssen):

Met.	2,7	2,7	2,5	2,7	2,7
Gph.	1,5	1,4	1,2	1,2	1,2
Mph.	—	2,6	2,8	1,8	0,8
Eph.	1,6	1,0	1,0	1,2	1,0
Zehe	2,8	2,8	3,8	2,8	2,0
Strahl	5,1	5,2	5,2	4,8	4,1

2. brünette (aus 97 Füssen):

Met.	3,0	3,2	3,2	2,8	3,0
Gph.	1,9	1,6	1,4	1,8	1,4
Mph.	—	1,7	2,6	1,9	0,6
Eph.	1,6	1,0	1,0	1,2	1,0
Zehe	3,1	3,4	3,8	3,1	2,4
Strahl	5,6	5,9	5,9	5,4	4,9

b) Weiber.

1. blonde (aus 21 Füssen):

Met.	1,8	2,1	2,4	2,8	2,5
Gph.	1,7	0,9	0,8	0,9	1,1
Mph.	—	1,8	2,6	1,8	0,7
Eph.	1,0	0,8	0,8	1,0	0,6
Zehe	1,8	2,5	2,9	2,2	1,5
Strahl	3,3	3,8	3,9	3,9	3,5

2. brünette (aus 46 Füssen):

Met.	2,6	3,5	3,2	3,3	2,9
Gph.	2,0	1,5	1,8	1,8	1,3
Mph.	—	2,0	1,9	0,8	0,6
Eph.	1,5	1,1	1,2	1,2	0,9
Zehe	3,0	2,9	2,7	2,4	2,0
Strahl	5,1	6,0	5,1	4,7	4,4

Die auffallend geringeren Zahlen, die wir bei den blonden Weibern finden, würden sehr interessant sein, wenn sie nicht bei dem geringen Material noch zu wenig zuverlässig wären. Wir überlassen daher die

Erörterung der daran sich anknüpfenden Gedanken weiteren Untersuchungen, und wenden uns zu der Gliederung der Zehen.

Auf folgender Zusammenstellung ist besonders die relative Länge der Mittelphalanx zu beachten:

Tabelle LVII. Gliederung der Zehen.

a) Männer.

1. blonde (nach 60 Füssen):

Gph.	54,8	54,7	53,5	55,6	59,2	
Mph.	—	25,2	22,8	19,7	16,8	(14,7)
Eph.	45,7	20,1	23,9	24,5	25,5	(25,8)
Sa.	100,0	100,0	100,2	99,8	101,5	(99,7)

2. brünette (nach 97 Füssen):

Gph.	54,6	52,9	52,4	54,4	58,5	
Mph.	—	27,5	24,2	20,8	17,5	(15,9)
Eph.	45,2	19,6	23,2	24,8	25,8	(25,9)
Sa.	99,8	100,0	99,8	100,0	101,8	(100,8)

b) Weiber.

1. blonde (nach 21 Füssen):

Gph.	54,5	53,8	52,6	55,1	60,1	
Mph.	—	25,6	23,2	19,8	16,0	(13,7)
Eph.	45,5	20,4	23,9	24,9	24,2	(26,8)
Sa.	100,0	99,8	99,7	99,8	100,3	(100,6)

2. brünette (nach 46 Füssen):

Gph.	54,5	55,2	54,7	56,4	59,4	
Mph.	—	24,8	21,8	18,8	16,5	(14,7)
Eph.	45,5	20,7	24,4	25,8	23,8	(25,6)
Sa.	100,0	100,2	100,9	100,5	99,7	(99,7)

Nach dem Antheil, den die Mittelphalanx an der Gesammtlänge der Zehe nimmt, beurtheilt, nimmt die relative Länge bei blonden Männern rascher ab als bei blonden Weibern. Während also auch hier die Differenz zwischen beiden Geschlechtern beim brünetten Typus maximal ist, ist sie beim blonden Typus minimal, ja sie schlägt sogar etwas ins Gegentheil um. Dieselbe Erscheinung zeigt sich, wenn wir die relative Länge der Mittelphalanx zum ganzen Strahl berechnen, wie wir auf folgender Zusammenstellung erkennen:

Tabelle LVIII. Gliederung des Fussskelets (Strahllänge = 100).

a) Männer.

1. blonde (nach 60 Füssen):

Met.	52,8	58,7	59,5	61,3	63,0	
Gph.	25,6	22,6	21,7	21,5	21,9	
Mph.	—	10,4	9,2	7,6	6,2	(5,4)
Eph.	21,6	8,8	9,7	9,5	9,5	(9,6)
Sa.	100,0	100,0	100,1	99,9	100,6	(99,9)

2. brünette (nach 97 Füssen):

Met.	52,6	58,3	59,1	61,0	62,8	
Gph.	25,9	22,1	21,4	21,2	21,8	
Mph.	—	11,5	9,9	8,1	6,5	(5,9)
Eph.	21,4	8,2	9,5	9,7	9,4	(9,6)
Sa.	99,9	100,1	99,9	100,0	100,5	(100,1)

b) Weiber.

1. blonde (nach 21 Füssen):

Met.	52,2	58,7	59,1	61,0	63,2	
Gph.	26,1	22,2	21,7	21,6	22,1	
Mph.	—	10,6	9,7	7,7	5,9	(5,0)
Eph.	21,8	8,5	9,9	9,7	8,9	(9,9)
Sa.	100,1	100,0	100,4	100,0	100,1	(100,2)

2. brünette (nach 46 Füssen):

Met.	53,0	59,6	60,5	62,8	63,7	
Gph.	25,7	22,3	21,6	21,2	21,6	
Mph.	—	9,8	8,6	6,9	6,0	(5,8)
Eph.	21,4	8,8	9,7	9,7	8,7	(9,3)
Sa.	100,1	100,0	100,4	100,1	100,0	(99,9)

Also auch hier verhalten sich beide Typen entgegengesetzt: während brünetten Männern die Mittelphalanx einen grösseren Antheil an der Gesammtlänge des Strahls ausmacht als bei brünetten Weibern, ist dieser Antheil bei blonden Männern kleiner als bei blonden Weibern.

Was für die Mittelphalanx gilt, gilt ebenfalls, wie wir aus Tabelle LVII und LVIII ersehen, für die Endphalanx. Am klarsten aber treten diese Beziehungen hervor, wenn wir die Mittelwerthe des weiblichen Geschlechts in Procenten der männlichen Mittelwerthe ausdrücken, wie es in folgender Zusammenstellung geschieht:

Tabelle LIX. Procentisches Verhältniss der Mittelzahlen beider Geschlechter (M. = 100).

1. blonde (nach 60 M. u. 21 W.):

Met.	95,5	96,9	95,7	95,8	96,2	
Gph.	98,6	95,6	96,4	96,6	96,8	
Mph.	—	98,4	101,9	97,6	90,3	(88,9)
Eph.	97,6	99,0	98,2	99,0	90,4	(98,9)
Zehe	98,1	97,2	98,1	97,4	95,4	
Strahl	96,8	97,0	96,3	96,8	95,9	

Mittlere Körperlänge 100 : 94,0

2. brünette (nach 97 M. u. 46 W.):

Met.	93,4	94,2	94,2	94,8	95,4	
Ghp.	91,9	93,0	92,8	92,7	93,1	
Mph.	—	78,7	76,5	78,7	86,2	(84,7)
Eph.	92,7	94,1	93,6	93,4	86,2	(90,6)
Zehe	92,1	89,1	88,8	89,5	91,6	
Strahl	92,7	92,2	91,9	92,8	94,0	

Mittlere Körperlänge 100 : 93,2

Falls die dieser Berechnung zu Grunde liegenden Mittelwerthe bereits constant sind, würden sich daraus auffallende Unterschiede zwischen beiden Typen ergeben. Darnach würden nämlich nicht nur Mittel- und Endphalanx, sondern mehr oder minder auch alle übrigen Abschnitte des Mittelfusses und der Zehen bei den blonden Weibern relativ länger sein als bei den blonden Männern, wenn wir dieser Beurtheilung das Verhältniss der mittleren Körperlänge zu Grunde legen; während beim brünetten Typus dies Verhältniss sich als gerade entgegengesetzt herausstellt.

Auf S. 185 bekamen wir als Verhältniss der mittleren Körpergrösse beider Geschlechte für den blonden Typus 100 : 94,8, für den brünetten 100 : 93,1. Selbst aber wenn wir von diesen zuverlässigeren Zahlen ausgehen, erhalten wir wieder obiges Ergebniss.

Aber all' diese Vergleichungen haben vorläufig noch wenig Werth, da die Zahl der Blonden, und speciell der blonden Weiber, noch zu gering ist. Es muss erst an der Hand ausführlicherer Untersuchungen die Constanz der Mittelwerthe geprüft werden, ehe wir dazu übergehen können, über die relative Hand- und Fusslänge bei beiden Geschlechtern innerhalb der beiden Typen bestimmte Sätze zu formuliren. Nur wo die Differenzen so beträchtlich sind wie hier bei den Mittelphalangen, sind wir einigermaassen sicher, dass die Unterschiede durch ausführlichere Untersuchungen nicht wieder verwischt werden. —

Einfluss der Verschmelzung von Mittel- und Endphalanx. — Auch in diesem, oben ausführlich behandelten Punkte scheinen charakteristische Verschiedenheiten zwischen blondem und brünettem Typus zu bestehen.

Werfen wir vorerst einen Blick auf die Besonderheiten in der Längenentwicklung der Mittelphalanx.

Wir haben oben gesehen, wie sich männliches und weibliches Ge-

schlecht hierbei in der Weise verschieden verhalten, dass die absolute und die relative Länge der Mittelphalanx beim Weibe beträchtlich geringer ist als beim Manne. Auf Tabelle XXXVI machte sich dies in der Grösse der Mittelwerthe, auf Tabelle XL in der Höhe der Procentzahlen bemerkbar. Bei der graphischen Darstellung ergab sich beim Weibe an entsprechender Stelle eine schwächere Vertretung des gestreckten und eine stärkere des verkürzten Typus als beim Manne.

Auf Tabelle LV sehen wir die absolute Grösse der Mittelwerthe in der gesetzmässigen Reihenfolge: brünette Männer, blonde Männer, blonde Weiber, brünette Weiber, abnehmen; aber in merklich verschiedenem Grade, insofern nämlich bei Mph. II, III u. IV grosse Differenzen zwischen brünetten und blonden Männern sowie zwischen blonden und brünetten Weibern, aber verschwindend kleine zwischen blonden Männern und blonden Weibern bestehen. Auf diese Weise ergiebt sich eine sehr grosse Differenz zwischen beiden Geschlechtern beim brünetten Typus, eine verschwindend kleine beim blonden Typus. Die ungenügende Sicherheit der für blonde Weiber berechneten Mittelwerthe berücksichtigend, können wir uns so ausdrücken, dass beim blonden Typus die Mittelwerthe beider Geschlechter für Mph. II, III u. IV einander etwa gleichkommen, während sie beim brünetten Typus beträchtlich auseinanderweichen. Wenn also, wie wir oben gesehen, die Verkürzung der Mittelphalanx im allgemeinen einen dem weiblichen Geschlecht eigenthümlichen Skeletcharakter repräsentirt, so müssen wir sagen, dass das Fussskelet der blonden Männer sich ausgesprochen der weiblichen Form nähert, das der blonden Weiber dagegen mehr der männlichen Form. Erst bei Mph. V sehen wir bei beiden Typen die Geschlechter gleich scharf geschieden.

Wir sehen auch in der Gliederung der Strahlen (Tabelle LVIII) dies Verhältniss ausgedrückt, und erkennen ferner die Auslöschung der Geschlechtscharaktere, die sich bis zur totalen Umkehr steigern kann, auf Tabelle LIX: nach letzterer sind ja beim blonden Typus Mph. II, III u. IV relativ, und z. Th. sogar absolut länger beim Weibe als beim Manne.

Leider ist ja die Zahl der untersuchten Fussskelete, die von blonden Weibern stammen, noch allzu gering, und so bleibt es nicht ausgeschlossen, dass später diese Umkehr wieder verschwinden und nur eine besondere Geringfügigkeit der Differenzen übrig bleiben wird. Indessen lässt sich trotz der geringen Zahlen dieser Kategorie durch eine Vergleichung der Figuren 47 und 53 bereits mit Sicherheit erkennen, dass die Curven der blonden Männer denen der brünetten Weiber ähnlich sind, und umgekehrt die der blonden Weiber denen der brünetten Männer.

Wir haben oben gesehen, wie wir, wenn wir die einzelnen Füsse

in die beiden Kategorien: mit resp. ohne Verschmelzung, trennen, damit noch keineswegs eine racenanatomisch zu rechtfertigende Eintheilung erhielten. Man könnte nun calculiren, dass ebensogut, wie die Verschmelzung an einem Fusse einer Leiche, sie auch an beiden ausbleiben könne; mit anderen Worten, wir könnten erwarten, dass sich die Füsse mit gestreckten Mittelphalangen von denen mit verkürzten Mittelphalangen scharf sondern liessen. Dem ist nun leider nicht so. Die Verkürzung schreitet von der fünften Zehe zur zweiten allmälig und continuirlich vor; bald ist nur Mph. V, bald Mph. V u. IV, bald Mph. V, IV u. III, bald alle vier ausgesprochen verkürzt, aber dabei können stets die nicht verkürzten Mittelphalangen einen ausgesprochen gestreckten Typus aufweisen, keineswegs begnügen sie sich in solchen Fällen etwa immer mit Uebergangsformen.

Der blonde und der brünette Typus zeigen nun zwar Unterschiede in der Verkürzung der Mittelphalangen, aber nur gradweise, keine absoluten; die beiden Entwicklungsformen der Mittelphalangen finden sich stets zusammen, nur im verschiedenen Zahlenverhältniss zu einander stehend. Es ist also keine Möglichkeit gegeben, die Verkürzung resp. das Vorkommen von Verschmelzungen als racenanatomisches Eintheilungsprincip, etwa zur Bildung von Unterabtheilungen des blonden und des brünetten Typus, zu verwerthen.

Diese beiden Vorgänge, die allmälige und schrittweise tibialwärts fortschreitende Verkürzung der Mittelphalangen und das Auftreten von Verschmelzungen zwischen Mittel- und Endphalanx, scheinen eine Erscheinung darzustellen, welche zu anderen somatischen Eigenthümlichkeiten keine Beziehungen besitzt. Leider hat meine früher[1]) gegebene Anregung, die Verschmelzungen der fünften Zehe bei anthropologischen Untersuchungen zu berücksichtigen, keinen Erfolg gehabt, so mühelos auch ihre Ausführung gewesen wäre. Ich bin also nicht einmal im Stande, die Ergebnisse einer auf einer anderen europäischen oder auch nur einer anderen deutschen Anatomie angestellten statistischen Erhebung zum Vergleich heranzuziehen; aber wenn ich nur die von mir selbst macerirten Füsse in Rechnung ziehe, so erhalte ich:

Männer:	unter	196	Füssen	zeigten	Verschmelzungen	77	= 39,8 %
Weiber:	„	82	„	„	„	32	= 39,0 %
blonde Männer:	„	60	„	„	„	22	= 36,7 %
brünette Männer:	„	97	„	„	„	37	= 38,1 %
blonde Weiber:	„	21	„	„	„	10	= 47,6 %
brünette Weiber:	„	46	„	„	„	17	= 37,0 %

Wenn man von den blonden Weibern absieht, deren Verhältnisszahl noch zu unsicher ist, stimmen die Verhältnisszahlen so sehr überein, dass man vorläufig nur sagen kann, es finde sich diese Erscheinung gleich häufig bei beiden Geschlechtern und bei beiden Haarfarben.

[1]) Die kleine Zehe, l. c.

Ich bin indessen in der glücklichen Lage, über ausführlicheres Material zu verfügen. Zum Theil habe ich früher bereits das Verhalten der fünften Zehe auf den Zählkarten notirt, ehe ich alle Füsse auch macerirte, zum Theil kann ich bereits die Angaben benutzen über Material, deren Verwerthung ich behufs Fortsetzung dieser Untersuchung erst beginne. Dieses vermehrte Material ergiebt folgende Häufigkeitszahlen:

Männer:	unter 305	Füssen	zeigten	Verschmelzungen	109	= 35,7 %
Weiber:	„ 153	„	„	„	60	= 39,2 %
blonde Männer:	„ 88	„	„	„	35	= 39,8 %
brünette Männer:	„ 154	„	„	„	47	= 30,5 %
blonde Weiber:	„ 43	„	„	„	21	= 48,8 %
brünette Weiber:	„ 87	„	„	„	32	= 36,8 %

Wenn man diese beiden Zusammenstellungen mit einander vergleicht, so wird man ohne Weiteres erkennen, dass die Procentsätze durchaus noch nicht constant sind, trotz der relativ bedeutenden Anzahl der Einzelfälle. Aber nicht nur die einzelnen Häufigkeitszahlen schwanken noch, sondern sie zeigen auch kein festes Verhältniss zu einander, wie wir es sonst doch stets so früh auftreten sahen. Wir haben keine Sicherheit, dass nicht noch umfangreichere Untersuchungen die Häufigkeitsbeziehungen der einzelnen Kategorien nochmals umkehren werden, wie sie es hier bereits schon einmal gethan haben.

Es muss doch sehr auffallen, dass hier solche Inconstanz auftritt. Ich vermag nicht einmal zu vermuthen, worin dieselbe begründet sein könnte. Dass das Material dasselbe geblieben ist, davon haben wir uns ja im Verlaufe dieser Mittheilungen genügend überzeugen können. Es wird nichts übrig bleiben, als abzuwarten, ob immer grösseres Material nicht schliesslich doch eine Häufigkeitsconstanz erzielt, und wenn dies erreicht sein sollte, zu prüfen, welche Bedingungen diese abnorme Variabilität wohl verursachen mögen.

Eine ähnliche Erscheinung ist mir schon einmal begegnet, nämlich beim anomalen Ursprung der Art. obturatoria (aus der A. epigastrica inf.); [1]) auch dort wollte es mir trotz der relativen Häufigkeit nicht gelingen, auf Grund eines schon ziemlich beträchtlichen Materials constante Durchschnittszahlen zu erzielen. Das eine Mal fand sich ein anomaler Ursprung bei 106 Fällen in 50,9 %, das andere Mal bei 120 Fällen in 25,8 %. Was mir diese Analogie hauptsächlich ins Gedächtniss zurückrief, war die Beobachtung, dass hier ebenso wie dort die Schwankungen der Häufigkeitszahlen hauptsächlich durch die männlichen Fälle bedingt sind, wogegen die viel weniger zahlreichen weiblichen eine schon ziemlich befriedigende Constanz aufweisen. Dort hatte ich gefunden: bei 84 männlichen Fällen 53,6 %, bei 83 weite-

[1]) Ueber die Ursprungsverhältnisse der Art. obturatoria. Anatomischer Anzeiger 1889 Nr. 16 u. 17.

13*

ren 22,9 %; dagegen bei 22 weiblichen 40,9 %, bei 37 weiteren 32,4 %. Verglich ich mein Gesammtresultat mit denen der anderen Autoren, so schwankte die Hauptfähigkeit des anomalen Ursprungs bei Männern zwischen 15,9 und 44,4 %, bei Weibern zwischen 33,9 und 39 %. Aehnliche Beziehungen erkennen wir, wenn wir die beiden obigen Zusammenstellungen vergleichen; es tritt noch schärfer hervor, wenn ich der ursprünglichen Reihe nicht die vergrösserte Reihe, sondern nur den Zuwachs gegenüberstelle (die eingeklammerte Zahl bedeutet die Anzahl der untersuchten Tabelle):

Männer	(196)	39,8 %	Weiber	(82)	39,0 %
"	(109)	29,4 %	"	(71)	39,4 %
blonde Männer	(60)	36,7 %	blonde Weiber	(21)	47,6 %
" "	(28)	46,6 %	" "	(22)	50,0 %
brünette Männer	(97)	38,1 %	brünette Weiber	(46)	37,0 %
" "	(57)	17,5 %	" "	(41)	36,6 %

Es scheint diese zweimalige Beobachtung die Frage nahezulegen, ob es nicht vielleicht bei racenanatomischen Untersuchungen unbedingt geboten sei, die Geschlechter absolut getrennt zu behandeln und niemals Erwachsene mit Erwachsenen, sondern nur Männer mit Männern, Weiber mit Weibern zu vergleichen — eine Frage, die sich mir schon vorher, im Verlaufe dieser Untersuchungen, wiederholt aufgedrängt hat.

Für unsere jetzigen Betrachtungen aber führt diese Wahrnehmung, dass der Procentsatz der Verschmelzungen so ausserordentlich geringe Neigung zur Constanz verräth, noch ein Weiteres mit sich: er verräth uns, dass wir uns an diesem Punkte noch auf unsicherem Boden bewegen, und dass wir erst dessen Zuverlässigkeit prüfen müssen, ehe wir Schlüsse allgemeinerer Natur zu ziehen wagen dürfen. So werden wir immer erst uns vergewissern müssen, ob die Mittelwerthe u. dgl. schon bei Männern und Weibern schlechthin constant sind, ehe wir ihr Verhalten bei den Unterabtheilungen (blonder und brünetter Typus) zur Bestimmung der Beziehungen zwischen den letzteren benutzen.

So haben wir auf S. 169 gesehen, dass die Länge von Mittel- plus Endphalanx der fünften Zehe einerseits bei den Verschmelzungsfällen, andrerseits bei den Fällen ohne Verschmelzung bei wachsender Reihe constant geblieben war; namentlich war die Differenz zwischen beiden Mittelwerthen dieselbe geblieben. Darnach zeigte sie beim Manne in Verschmelzungsfällen eine Verkürzung um 1,2 mm, beim Weibe eine Verlängerung um 0,4 mm. Das ermuthigt uns, die Verschiedenheiten zwischen beiden Typen zu prüfen. Wir erhalten so:

Länge von Mittel- + Endphalanx der fünften Zehe

	nicht verschmolzen		verschmolzen		schlechthin	
	Fälle	mm	Fälle	mm	Fälle	mm
Blonde Männer	38	15,6	22	13,9	60	15,0
Brünette "	59	15,9	36	14,6	95	15,4
Blonde Weiber	11	14,1	9	14,0	20	14,1
Brünette "	29	13.7	17	14,0	46	13,8

Es ist also die mit Verschmelzung beim Manne verbundene Verkürzung beim blonden Typus nicht unbeträchtlich stärker als beim brünetten; die damit beim Weibe verbundene Verlängerung dagegen nur beim brünetten Typus nachweisbar.

Wenn wir sie auf dieselbe Weise zu bestimmen suchen, wie es oben auf S. 170 geschehen ist, so beträgt die mittlere Länge von Mittelphalanx und Endphalanx der fünften Zehe:

	Mittelphalanx				Endphalanx			
	nicht verschm.		verschmolzen		nicht verschm.		verschmolzen	
	Fälle	mm	Fälle	mm	Fälle	mm	Fälle	mm
Blonde Männer	38	6,2	12	4,0	38	9,4	12	9,8
Brünette „	59	6,5	23	4,8	60	9,4	23	9,9
Blonde Weiber	11	5,6	5	3,8	11	8.5	5	10,4
Brünette „	29	5,6	15	4,0	29	8,1	15	9,8

Nach denselben Grundsätzen wie auf S. 170 berechnen wir nun aus diesen Zahlen die Mittelwerthe für Mph. V und Eph. V schlechtweg, und erhalten so die Werthe, die bereits auf Tabelle LV in Klammern beigesetzt sind, sowie daraus die entsprechenden Correcturen für die Tabellen LVII, LVIII und LIX.

Wieweit jedoch die so erhaltenen Mittelwerthe bereits zuverlässig sind, vermögen wir nicht zu entscheiden; aber auffallende Unterschiede in der Verkürzung der Mittelphalanx sowie in der Verlängerung der Endphalanx bei bestehender Verschmelzung scheinen zwischen blondem und brünettem Typus nicht zu existiren. —

Wir haben gesehen, wie an dem von uns benutzten Material die Kategorie „Männer“ aus Blonden und Brünetten in constantem Verhältniss zusammengesetzt sind; und ebenso die Kategorie „Weiber“. Soweit also die Gesammtrubrik constante Verhältnisse aufweist, müssen solche auch bei den beiden Unterabtheilungen bestehen. Umgekehrt dagegen, wenn bestimmte Erscheinungen bei der Gesammtheit noch wenig Neigung verrathen constant zu werden, so werden die viel geringeren Zahlen der Unterabtheilungen erst recht nicht hinreichen, um daraus einigermassen zuverlässige Mittelwerthe zu gewinnen. Wir können also wohl die mittleren Längen der Mittelphalangen und der Endphalangen beim blonden und brünetten Typus bestimmen; wir können bei ihnen auch die relative Häufigkeit der gestreckten und der verkürzten Form der einzelnen Mittelphalangen feststellen, denn eine Vergleichung mit Fig. 21 mit der früher gegebenen Fig. 22 lehrt uns, dass wir hier feststehende Verhältnisse vor uns haben; und ebenso können wir die mit einer Verschmelzung verbundenen Aenderungen in der Längenentwicklung von Mph. V und Eph. V aus denselben Gründen auf Verschiedenheiten zwischen dem blonden und dem brünetten Typus prüfen. Aber mit sehr grosser Vorsicht werden wir die Ergebnisse aufnehmen müssen, wenn wir innerhalb des einzelnen Typus die Füsse mit Verschmelzungen von denen ohne eine solche trennen.

Auf S. 194 sahen wir, wie der Procentsatz der Verchmelzungen beim weiblichen Geschlecht zwar schon sehr früh constant zu werden scheint, beim männlichen Geschlechte dagegen trotz relativ hoher Zahl der Fälle noch ausserordentlich schwankt. Die Gesammtkategorie ergiebt constante Mittelwerthe; die beiden Unterabtheilungen stehen aber im variablen Mischungsverhältniss: also müssen ihre Mittelwerthe ebenfalls noch inconstant sein, sobald sie von einander merklich differiren. Wählen wir als Beispiel Mph. III des Mannes. Nach der Zusammenstellung auf S. 194 kamen in der einen Untersuchungsreihe beim männlichen Geschlecht auf 61 Fälle ohne Verschmelzung 39 mit solcher; 61 Fälle mit einem Mittelwerth von 12,4 mm und 39 mit einem von 9,4 mm (nach Tabelle XLVI) ergeben einen gemeinschaftlichen Mittelwerth von 11,2 mm. In der zweiten Untersuchungsreihe (s. S. 195) fanden wir dagegen auf 71 [1]) Fälle ohne Verschmelzung 29 mit solcher, was einem gemeinsamen Mittelwerth von 11,5 mm entspricht. Nach Tabelle XXXVI schwankte aber der Mittelwerth von Mph. III nur zwischen 11,2 und 11,3 mm, woraus hervorgeht, dass die Mittelwerthe der beiden Unterabtheilungen, obgleich aus 119 und 77 resp. 77 und 32 Einzelmaassen berechnet, noch reichlich unsicher sind.

Wir werden daher erst durch weitere Untersuchungen feststellen müssen, innerhalb welcher Grenzen die Werthe der Tabelle XLVI zuverlässig sind, ehe wir die auf gleiche Weise für die Unterabtheilungen des blonden und des brünetten Typus erlangten Werthe unseren Vergleichungen zu Grunde legen. Aus diesem Grunde habe ich auch Abstand genommen, die den Tabellen XLVI – IL entsprechende Ausrechnungen bereits für jede Haarfarbe gesondert auszuführen, da ich diese Arbeit vorläufig als nutzlos ansehen muss.

Indessen muss man, selbst grosse Unsicherheiten der betreffenden Mittelwerthe zugegeben, doch annehmen, dass so bedeutende Differenzen, wie sich auf diesen Tabellen bei den Mittelphalangen und, z. Th. wenigstens, auch bei den Endphalangen finden, unmöglich ganz wieder verschwinden können. Ganz regellose Verhältnisse werden auch hier nicht vorliegen; wir dürfen vielmehr erwarten, dass bei genügend grossen Untersuchungen sich schon unveränderliche Zahlenbeziehungen herausstellen werden, und dass die Unsicherheit nur darauf beruht, dass zu viele unter sich sehr verschiedene Einzelfactoren zu dem Gesammtresultat zusammenwirken, dass also eine bedeutendere Reihe von Einzelfällen nöthig ist, damit alle Combinationen gleichmässig vertreten sein können. Wenn wir also die Vorsicht anwenden, sie nur als ungefähre Nährungswerthe zu betrachten, dürfen wir schon diejenigen Mittelwerthe, welche grosse Differenzen aufweisen, zur Vergleichung heranziehen. Wir haben dann immer noch keine sicheren

[1]) indem wir nur die Vermehrung berechnen.

Grundlagen für die Beurtheilung der Beziehungen zwischen den einzelnen Unterabtheilungen, aber wir haben damit doch Anhaltspunkte dafür, in welcher Richtung wir die typischen Unterschiede zu erwarten und auf welche Punkte wir hauptsächlich unsere Aufmerksamkeit zu richten haben werden. Ich gebe deshalb die entsprechenden Mittelwerthe wieder.

Tabelle LX. Füsse mit resp. ohne Verschmelzungen.

a) Mittelphalangen.

Blonde Männer,	38 Fälle	ohne V.	13,9	11,6	9,0	6,2
	22 „	mit V.	10,7	8,3	6,8	4,0
		Differenz	3,2	3,3	2,2	2,2
Brünette Männer,	60 Fälle	ohne V.	14,6	12,5	9,9	6,5
	37 „	mit V.	13,6	9,8	7,3	4,8
		Differenz	1,0	2,7	2,6	1,7
Blonde Weiber,	11 Fälle	ohne V.	13,7	12,2	9,3	5,6
	10 „	mit V.	10,2	8,9	6,8	3,8
		Differenz	3,5	3,3	2,5	1,8
Brünette Weiber,	29 Fälle	ohne V.	11,8	10,0	7,3	5,6
	17 „	mit V.	9,7	7,1	5,8	4,0
		Differenz	2,1	2,9	1,5	1,6

b) Endphalangen.

Blonde Männer,	38 Fälle	ohne V.	24,9	9,9	10,8	10,3	9,4
	22 „	mit V.	24,4	10,5	11,4	10,5	9,8
		Differenz	— 0,5!	0,6	0,6	0,2	0,4
Brünette Männer,	60 Fälle	ohne V.	24,7	10,0	10,9	10,6	9,4
	37 „	mit V.	24,6	9,9	11,1	10,7	9,9
		Differenz	— 0,1!	— 0,1!	0,2	0,1	0,5
Blonde Weiber,	11 Fälle	ohne V.	24,1	9,9	10,5	10,1	8,5
	10 „	mit V.	24,2	10,1	11,3	10,4	10,4
		Differenz	0,1	0,2	0,8	0,3	1,9
Brünette Weiber,	29 Fälle	ohne V.	22,7	9,1	9,9	9,5	8,1
	17 „	mit V.	23,0	10,2	11,0	10,5	9,8
		Differenz	0,3	1,1	1,1	1,0	1,7

Auf S. 171 ist festgestellt, dass bei Füssen, die mindestens eine Phalangenverschmelzung aufweisen, sämmtliche Mittelphalangen verkürzt, und sämmtliche Endphalangen, einschliesslich der ersten, verlängert sind. Aus Tabelle XLVI entnehmen wir den Betrag dieser Verkürzung der Mittelphalangen:

Männer	1,7	3,0	2,5	1,8
Weiber	1,8	2,3	1,4	1,4

sowie den Betrag der Verlängerung der Endphalangen:

Männer	0,1	0,5	0,5	0,2	0,3
Weiber	0,5	0,9	1,1	0,9	1,8

Bei Abrundung auf die erste Decimalstelle ist eine Differenz von 0,1 bedeutungslos, da sie ja in Wirklichkeit weniger als 0,01 ausmachen kann. Dies berücksichtigend, können wir sagen, dass beim Manne eine stärkere Verkürzung der Mittelphalanx, beim Weibe eine stärkere Verlängerung der Endphalanx Platz greift. Wenden wir dies

auf Tabelle LX an, so sehen wir folgendes angedeutet: Die Verkürzung der Mittelphalanx ist bei blonden Männern beträchtlicher als bei brünetten Männern, ebenfalls bei blonden Weibern beträchtlicher als bei brünetten Weibern. Die Verlängerung der Endphalanx ist ebenfalls bei blonden Männern stärker ausgesprochen als bei brünetten Männern, bei blonden Weibern dagegen weniger stark als bei brünetten Weibern. Daraus ergiebt sich natürlich eine verschiedene Beeinflussung der Gesammtzehenlänge; jetzt schon näher darauf einzugehen würde indessen verfrüht sein. Dagegen dürfte es Beachtung verdienen, dass bei blonden Männern Eph. I und bei brünetten Männern Eph. I u. II eine Ausnahmsstellung einzunehmen scheinen, insofern dieselben in Verschmelzungsfällen nicht eine Verlängerung, sondern eine Verkürzung zu erfahren scheinen. —

Fassen wir nunmehr alles zusammen, so können wir trotz der vielen Unsicherheiten im einzelnen dennoch feststellen, dass zwischen den Individuen mit blonder und denen mit brünetter Haarfarbe typische Verschiedenheiten im Aufbau des Hand- und Fussskelets bestehen. Was aber für Hand- und Fussskelet gilt, wird auch für andere Theile des Körpers gelten, sowie für den Körper selbst.

Bezüglich der Körperlänge habe ich schon nachweisen können, dass sich dabei ebenfalls typische Verschiedenheiten finden. Wenn auch die Reihenfolge: brünette Männer, blonde Männer, blonde Weiber, brünette Weiber, vorläufig nur für unseren Leichensprengel Gültigkeit hat, so dürfte doch das Gesetz, wonach beim blonden Typus geringere Unterschiede zwischen beiden Geschlechtern bestehen als beim brünetten, sich vielleicht allgemeiner bewähren.

Was schliesslich den Werth der Haarfarbe als Unterscheidungsmerkmal anlangt, so bin ich keineswegs geneigt, ihn zu überschätzen. Ein Kennzeichen allein erweist sich wohl nie als hinreichend, um darnach systematische Eintheilungen zu treffen. Ich bin fest überzeugt, dass ich ebenfalls Unterschiede in den Mittelwerthen erhalten hätte, wenn ich mein Material nach anderen körperlichen Besonderheiten eingetheilt hätte, nach dem Längen-Breitenindex des Schädels, nach der Körpergrösse, ja selbst nach der Nasenform. Eine solche Eintheilung habe ich ja schon versuchsweise wenigstens für den Fuss durchgeführt, die nach dem Vorkommen von Phalangensynostosen. Als Beweis der Brauchbarkeit muss man verlangen nicht nur, dass die Mittelzahlen etc. constant bleiben — was ja für den blonden und brünetten Typus auch noch nicht erwiesen ist — sondern namentlich, dass die Curven der so gebildeten Abtheilungen erstens constant von einander verschieden und zweitens ausgesprochen typischer gebaut sind als die Gesammtcurve. Diesen Bedingungen genügte die Eintheilung nach dem Vorkommen von Zehensynostosen ebenso entschieden nicht, wie die Eintheilung nach der Haarfarbe ihr genügte. Trotzdem braucht

die letztere Trennung noch keine reine zu sein. Die beständige stärkere Vertretung des brünetten Typus beim weiblichen Geschlecht und die bedeutende Abnahme des Blonds beim Heranwachsen, die sich aus meinen Untersuchungen ergaben, scheinen für ein Uebergehen von Blond in Brünett zu sprechen oder wenigstens dafür, dass wir bei Erwachsenen manches Blond nicht mehr als solches zu erkennen vermögen, sondern es als brünett aussprechen. Daraus geht hervor, dass die Haarfarbe entweder thatsächlich kein unbedingt sicheres Kriterion ist oder dass es als solches nicht sicher genug angewendet werden kann. Das Ergebniss wird in beiden Fällen das gleiche sein: es werden in jeder Abtheilung eine Anzahl Fälle von der anderen verbleiben, die Scheidung ist nicht vollkommen, nicht rein genug. Ist der Procentsatz dieser Verunreinigung gering, so wird er auf die Analyse der einzelnen Abtheilung keinen wesentlich störenden Einfluss ausüben; aber wir können den Procentsatz dieser Verunreinigung nicht berechnen oder abschätzen. Die Möglichkeit reiner Trennung scheint mir da gegeben zu sein, wo die eine Variationsbreite über die andere nach dem Minimum oder Maximum zu hinübergreift. Grössenmaasse etc., welche bei der Hauptmasse des einen Typus sich nicht finden, werden auch nicht unter denjenigen Fällen vorkommen, welche infolge der ungenauen Scheidung unter des anderen Typus gerathen sind; wir werden also in den überstehenden Theilen der Curve reines Material haben, aus dem wir die den Typus, der hauptsächlich in den Fällen mit brünettem Haupthaar vertreten ist, rein darstellen resp. seine Kriterien mit Sicherheit feststellen können. Sollten, wie ich zu vermuthen geneigt bin, im brünetten Typus zwei verschiedene, ein kleiner und ein grosser, stecken, so wird natürlich der nach dem Minimum hin überstehende Curvenabschnitt das Material zur Reindarstellung des ersteren dienen, die nach dem Maximum hin überstehenden zu der des letzteren. Behufs Reindarstellung des blonden Typus könnte dagegen versucht werden, die Individuen mit ausgesprochen blonden Haaren und blauer oder rein grauer Iris für sich zusammenzustellen, um zu erproben, ob dadurch typischere Curven gewonnen werden.

Unsere nächste Aufgabe wird also die sein, erstens die bisher erlangten Resultate auf ihre Constanz zu prüfen, und dann, wenn sie sich bewähren sollten, weitere und eingehendere Versuche über die Scheidung des Materials in der besprochenen Weise anzustellen. Ich bemerke dazu, dass ein vorläufiger Versuch, so die beiden brünetten Typen zu scheiden und für sich darzustellen, erfolgreich zu werden schien. Leicht wird allerdings diese Aufgabe nicht werden, denn es scheint im brünetten Typus mancherlei zu stecken. So scheinen mir z. B. die Individuen mit rein schwarzem (nicht tiefdunkelbraunem) Kopfhaar, das früh ergraut, und grauer Iris (meistens hohe schlanke Gestalten, ohne Neigung zu Embonpoint, die Hauptfarbe ohne bräun-

lichen Ton, vielmehr mit einer leichten Beimischung von Grau, schmale lange Hände und Füsse) eine besondere Gruppe zu bilden, die besondere Beachtung verdient. —

Die Nothwendigkeit, erst einmal die Grundlagen möglichst sicher zu stellen, und die Besorgniss, meine Arbeitskraft zu zersplittern, haben mich bisher davon absehen lassen, auch die übrigen Extremitätenknochen zu berücksichtigen, obgleich letzteres nicht nur durchaus nothwendig wäre zur Vervollständigkeit dieser Untersuchungen, sondern möglicherweise auch viel fruchtbringender: Untersuchungen über die Länge von Humerus, Radius, Femur, Tibia (nur diese brauchen ja berücksichtigt zn werden), über ihre Beziehungen zu einander, zur Körperlänge u. s. w. würden voraussichtlich zur Lösung der Fragen nach der Grösse der individuellen Variationsbreite bei der Bevölkerung im allgemeinen und bei den ev. Abtheilungen derselben werthvolle Aufschlüsse ergeben.

Für diejenigen Forscher, welche an diesen Aufgaben mitzuarbeiten geneigt sind, bemerke ich, dass dann, wenn die getroffenen Einrichtungen und die Persönlichkeit und Schulung des Anatomiedieners Verwechslungen der Präparate mit Sicherheit ausschliessen, der Untersuchende nur nöthig hat, die Endphalangen II, III, IV und allerhöchstens noch bei der Hand Gph. IV in der von mir angegebenen Weise mit Bohrmarken vor der Maceration zu zeichnen und später die vom Diener gereinigt vorgelegten Knochen zu messen, was pro Hand oder Fuss keine fünf Minuten beansprucht. Ein anderer Modus wäre der, die einzelnen Abschnitte schon vor der Maceration zu messen, also inclusive der Knorpelüberzüge; die absoluten Maasse würden natürlich andere werden als bei der von mir befolgten Methode, aber für die allgemeinen Ergebnisse würde dies ohne Einfluss sein.

Resultate.

1. Die mittleren Längenmaasse des menschlichen Hand- und Fussskelets werden bei genügend grosser Uutersuchungsreihe constant.
2. Diese Constanz ist jedoch nicht das Ergebniss einer Einheitlichkeit des Materials, sondern der Ausdruck einer gesetzmässigen Mischung, deren einzelne Bestandtheile in sich homogen sind, von einander aber in typischer Weise abweichen.
3. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sprechen dafür, dass die Bewohner des Oberrheinthals aus einer gewissen Anzahl selbständiger Menschenracen zusammengesetzt sind.
4. Trennung nach der Haarfarbe ergiebt bei ihnen zwei anatomisch verschiedene Typen, von denen der blonde mehr einheitlich, der brünette anscheinend aus zwei Untertypen zusammengesetzt ist.

5. Den blonden und den brünetten Typus (ev. also den blonden und die beiden brünetten Typen) als zwei (resp. drei) Racen aufzufassen, wäre zum mindesten in jeder Beziehung verfrüht — vermuthlich werden sie eher Racengruppen repräsentiren. Der anscheinend constant niedrigere Procentsatz der Blonden beim weiblichen Geschlecht spricht sogar dafür, dass wir in der Haarfarbe keinen absolut zuverlässigen Racencharakter besitzen, dass wir vielmehr, indem wir das Material nach der Haarfarbe sondern, nur dem ungefähren Verlaufe der wirklichen Grenzlinien folgen.

Schlussbetrachtungen. Wenn man den Werth einer Untersuchung nur nach ihrem Ergebniss an positiven Thatsachen bemisst, oder darnach, ob sie eine gut abgegrenzte Frage zu einem befriedigenden und wohlabgerundeten Abschluss gebracht hat, so erscheint der vorliegende Aufsatz in einem wenig günstigen Lichte. Die einzelnen Fragen werden entweder nur gestreift oder doch ihre Beantwortung nur soweit durchgeführt, dass man die Nothwendigkeit einer erschöpfenderen Behandlung erkennt; und das wenige, was sie als greifbare Ergebnisse aufzuweisen hat, bedarf meistens noch der Bestätigung durch Wiederholung der Untersuchungen, um vollen Werth zu erlangen. Unter solchen Verhältnissen könnte man wohl fragen, ob es nicht geboten gewesen wäre, mit der Mittheilung zu warten, bis klarere und zuverlässigere Ergebnisse vorgelegen hätten; und falls solche auch aus einer umfangreicheren Untersuchungsreihe nicht hervorgegangen sein würden, könnten selbst Zweifel entstehen, ob solche Untersuchungen überhaupt mittheilungswerth seien.

Ich muss dem entgegenhalten, dass Fragen allgemeinerer Art nur selten von einem einzelnen Forscher in befriedigender Weise gelöst werden. Auf Gebieten, wie ich sie hier betreten habe, schliesst sich an jede Frage sofort eine neue wieder an, und man kann sich nicht darauf beschränken, nur die erste lösen zu wollen, ohne der zweiten schon näher zu treten. Die statistische Methode bringt es mit sich, dass eine Prüfung der Resultate auf ihre Zuverlässigkeit nur an der Hand empirischer Bestätigung, i. e. durch Fortführung der Untersuchung, vorzunehmen ist; so müssen alle Resultate successive immer erst aus einem weniger vollkommenen Material gewonnen werden, um dann aus einem vollkommeneren Material ihre Bestätigung zu empfangen. Es ist erstens eine Raum- und Zeitersparniss, wenn mit dem Abschluss einer Untersuchung gleich die erste Hälfte der nächstfolgenden Untersuchung verbunden wird, um so mehr, als die letztere meistens einen integrirenden Bestandtheil der ersteren bildet; zweitens aber,

und das ist die Hauptsache, es kann dann ein weiterer Forscher unmittelbar an dem Vorhandenen anknüpfen, sei es als willkommener Mitarbeiter, sei es zur Fortführung der von dem ersten Forscher aus irgend welchen Gründen verlassenen Untersuchungen.

Wenn ich somit einräume, dass die vorliegenden Mittheilungen in mancher Beziehung einer Entschuldigung oder doch wenigstens Begründung bedürfen, so glaube ich doch andererseits, dass einige Ergebnisse dieser Untersuchungen bereits den Anspruch allgemeinerer Bedeutung erheben dürfen. So vor allem die Feststellung, dass nicht alle individuellen Schwankungen Abweichungen von der Norm, Anomalitäten oder Abnormitäten, darstellen, sondern dass der Begriff der Norm und des Normalen weiter gefasst werden muss als bisher. Ob es sich um absolute Maasse oder um Maassbeziehungen, um absolute Zahlen oder um Verhältnisszahlen handelt, stets wird die Norm durch eine gewisse Variationsbreite repräsentirt, und erst was isolirt ausserhalb dieser Variationsbreite liegt, darf als anomal angesprochen werden. In diesem Sinne ist die verkürzte Form der Endphalanx des Daumens eine ächte Anomalität, nicht aber die verkürzte Form der Mittelphalangen des Fusses. Ebenso ist angeborener Radiusmangel beim Menschen eine Anomalität, nicht aber das Vorhandensein eines Centrale carpi oder Trigonum tarsi. Was für den einzelnen Bestandtheil gilt, gilt auch für den ganzen Menschen; und so giebt es wohl anomal gebaute Menschen, aber keinen Normalmenschen, Normaleuropäer, Normaldeutschen. Durchschnittsmenschen kann man wohl construiren, aber nur deswegen, weil innerhalb der Variationsbreite des Normalen jede Zwischenstufe ihren feststehenden Procentsatz der Vertretung hat. Eine solche Durchschnittsfigur ist aber immer nur ein Schemen ohne Fleisch und Blut, ein Zahlengespenst, das in der Wirklichkeit nicht vorkommt.

Ich habe schon früher einmal (s. Zweiter Beitrag S. 41) auf das Irrationelle des Versuchs, einen Canon für den menschlichen Körper aufzustellen, hingewiesen. Ich halte es für eine Unmöglichkeit, eine Aphrodite und eine Artemis, einen Bacchus und einen Achilles nach demselben Canon herzustellen. Allein schon wenn man die Gliederung der Körperlänge ins Auge fasst und als neutralen Punkt den oberen Rand der Schossfuge festlegt, wird bei einer Achillesfigur die untere Hälfte die obere etwa um fast eine Handbreit übertreffen, bei einer Aphroditenfigur die obere um ebensoviel die untere; bei einer Artemis, einer jagenden Nymphe oder dergl. wird die untere Hälfte nur um Fingersbreite kürzer sein als die obere, bei einem jugendlichen Dionysos nur um ebensoviel länger. Auch in der Kunst giebt es nicht eine Idealfigur des menschlichen Körpers, sondern mehrere Idealtypen — gesonderte Typen nicht nur für jedes Geschlecht und Lebensalter, sondern auch für jeden einzelnen Gedanken, der verkörpert

werden soll. Der Künstler, der jeder Figur denselben Canon zu Grunde legt, handelt gerade so thöricht, so unkünstlerisch, als wenn er jeder dieselbe Physiognomie verleihen würde — mit einem Worte, das Ideal hat ebenfalls seine gegebene Variationsbreite.

Strassburg i/E., im April 1892.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel 6—12.*

In Fig. 1—30 entspricht jedesmal die obere Reihe den männlichen, die untere Reihe den weiblichen Fällen; die dritte Reihe der früheren Mittheilungen, welche sämmtliche Fälle ohne Berücksichtigung des Geschlechts enthielt, musste der Raumersparniss halber fortgelassen werden. —

Fig. 1-6. Absolute Maasse der einzelnen Abschnitte des Handskelets. Innerhalb derselben Reihe folgen, durch Punkte auf der Abscisse getrennt, die einzelnen Stücke nach der gewöhnlichen Fingerzählung. Die drüber stehenden Zahlen geben die Länge in Millimetern an.

Fig. 7. Längenunterschiede zwischen zweitem und viertem Finger derselben Hand, auf den ersteren bezogen (d. h. bei grösserer Länge des zweiten Fingers positiv, im entgegengesetzten Falle negativ).

Fig. 8. Längenunterschiede des dritten und vierten Fingers, auf den dritten bezogen.

Fig. 9. Längenunterschiede des zweiten und vierten Strahls, auf den zweiten bezogen.

Fig. 10—15. Differenzen zwischen rechtem und linkem Handskelet, auf das rechte Handskelet bezogen.

Fig. 16. Länge des dritten Strahls in Procenten der Körperlänge.

Fig. 17. Länge des ersten Strahls in Procenten der Länge des dritten Strahls.

Fig. 18. Länge des ersten Fingers in Procenten der Länge des dritten Fingers.

Fig. 19—24. Absolute Maasse der einzelnen Abschnitte des Fussskelets.

Fig. 25—30. Differenzen zwischen rechtem und linkem Fussskelet.

Fig. 31. Länge der Mittelphalangen der zweiten bis fünften Zehe bei Füssen ohne Phalangenverschmelzungen und bei Füssen mit einer solchen (einschliesslich der Längen der thatsächlich verschmolzenen).

Fig. 32. Auf dem Strassburger Secirsaal gemessene Leichenlängen von blonden und von brünetten Männern und Weibern, sowie von Männern und Weibern schlechthin.

Fig. 33—38. Absolute Maasse des Handskelets bei blonden und bei brünetten Männern.

Fig. 39—44. Absolute Maasse des Handskelets bei blonden und bei brünetten Weibern.

Fig. 45—50. Absolute Maasse des Fussskelets bei blonden und bei brünetten Männern.

Fig. 51—56. Absolute Maasse des Fussskelets bei blonden und bei brünetten Weibern.

G. Pätz'sche Buchdr. (Lippert & Co.), Naumburg a/S.

Der Weiberschädel

von

E. Rebentisch.

Das Bestehen gewisser Unterschiede zwischen dem männlichen und dem weiblichen Skelet ist eine anerkannte Thatsache, die ihre Begründung vor allem in der specifischen Function des Weibes findet. Demgemäss findet man zwischen beiden Geschlechtern in der Gestaltung des Os pelvis die grössten Differenzen. Ihnen schliessen sich besondere Formenverschiedenheiten des Stammskeletes an. Ein langer Rumpf und ein kurzer, hochgewölbter Thorax sind dem menschlichen Weib zur Erfüllung seiner Aufgabe ebenso nothwendig, wie die besondere Gestaltung des Beckens. Es ist klar, dass diese Verschiedenheiten beider Geschlechter am Skelet des Stammes nicht ohne Einfluss auf die Form der Ober- und Unter-Extremitäten bleiben können. Abgesehen davon, dass die Kraft und die Stärke der Muskeln beim Weib wohl schwächer ist, wirkt vermuthlich durch geringe Verschiebung eines oder des anderen Ansatzpunktes der Muskelzug in anderer Richtung. Es käme also hier, wenn auch auf indirectem Wege, ebenfalls eine Verschiedenheit zwischen Mann und Weib zustande.

Auch am Schädel bestehen evidente Geschlechtsunterschiede, für die eine Erklärung allerdings nicht so leicht zu finden ist. WEISBACH ist der einzige Autor, der eine solche versucht. Er sagt darüber in seiner vortrefflichen Arbeit über den deutschen Weiberschädel[1]: „Der weibliche Körper unterscheidet sich vom männlichen nicht etwa blos durch die für den besonderen Zweck des Weibes anders als beim Manne eingerichteten Theile des Rumpfes; auch seine Gliedmaassen, welche

[1]) WEISBACH, A., Der deutsche Weiberschädel. Arch. f. Anthropologie Bd. III. 1868. pag. 59.

in ihren einzelnen Abschnitten schon anders gestaltet und im ganzen relativ zur Körpergrösse kürzer als jene des Mannes sind, nehmen Theil an den zwischen beiden Geschlechtern herrschenden Unterschieden. Es lässt sich daher voraussetzen, dass auch der Kopf Geschlechtseigenthümlichkeiten besitzen wird, die nicht blos auf dessen geringerer Grösse allein beruhen." Diese Beweisführung ist nach unseren obigen Auseinandersetzungen hinfällig. Ebenso wie an den anderen Theilen des Skeletes, müssen auch am Schädel die Geschlechtsverschiedenheiten durch besondere physiologische Verhältnisse bedingt sein. Zunächst kann nicht genug betont werden, dass vor der Pubertät, abgesehen von der Grösse im allgemeinen, die schon bei den Neugeborenen beider Geschlechter verschieden ist, keinerlei Unterschiede zwischen Knaben- und Mädchenschädeln zu finden sind. Erst mit der Geschlechtsreife beginnt die Differenzierung. Forscht man nach den für die allgemeine Entwicklung des Schädels massgebenden Momenten, so wird man finden, dass es von grösster Bedeutung ist, dass der Schädel einerseits eine schützende Kapsel für das Hirn bildet, andrerseits aber auch den der Nahrungsaufnahme und der Respiration dienenden Apparat und die Sinnesorgane trägt.[1]) In wie weit aber das Geschlecht hier modificirend eingreift, ist eine andere Frage. Dem Gehirn hat bisher noch niemand einen wesentlichen formativen Einfluss auf den Schädel in Bezug auf das Geschlecht zuweisen wollen; auch entspricht die Aussenfläche des Hirnschädels, die allein beachtet wird und allein wesentliche Unterschiede aufweist, keineswegs der Innenfläche. Darüber belehrt schon die Betrachtung eines Schädeldaches auf dem Durchschnitt, wie er bei Sektionen üblich ist. Auch die Sinnesorgane sind wohl bei beiden Geschlechtern in dieser Hinsicht nicht verschieden entwickelt. Dagegen verhält sich der Respirationstractus beim Weib anders als beim Mann. Schon der Brustkorb hat eine besondere Form, der Kehlkopf ist viel kleiner als der männliche und zeigt beinahe kindliche Verhältnisse, die Seitenhöhlen der Nasen sind wenig oder gar nicht ausgebildet. Selbstverständlich wird sich das letztere in der Schädelform ausprägen, und man kann sicherlich in dieser Hinsicht gewisse Unterschiede zwischen Mann und Weib erwarten. Schliesslich spielt auch der Muskelzug, „jene Ursache aller Knochenform", wie ihn Engel[2]) nennt, hier eine Rolle, mag auch seine Wirkung vielleicht weniger durch eine Lageveränderung der Ansatzpunkte, als durch eine Aenderung der Grösse der bewegten Masse und der bewegenden Kraft modificirt sein.

---

[1]) Rieger, K., Ueber die Beziehungen der Schädellehre zur Physiologie, Psychiatrie und Ethnologie. 1882.

[2]) Engel, Jos., Ueber das Knochengerüst des menschlichen Antlitzes. 1850. Untersuchungen über Schädelformen. 1851.

Die Geschlechtseigenthümlichkeiten am Schädel werden einen entsprechenden Ausdruck in Verschiedenheiten der Kopfform bei Mann und Weib finden. Die antike Plastik liefert den Beweis, dass der Künstler diese Unterschiede leicht zu erkennen und nachzubilden vermochte. Weit schwieriger war es für den Anatomen, den Grund der Differenzen zwischen Männer- und Weiber-Köpfen zu fixiren. Seit es überhaupt eine wissenschaftiiche Anatomie giebt, hat man dieser Frage einige Aufmerksamkeit gewidmet. Bereits ARISTOTELES [1]) berichtet über ein nach seiner Meinung charakteristisches Verhalten der Nähte am Weiberschädel in seinen *῾Ιστορίαι περὶζώων*: Lib. I Cap. 7: „*ἔχει δὲ ῥαφὰς [τὸ κρανίον] τῶν μὲν γυναικῶν μίαν κύκλῳ*", und Cap. 7 Lib. III: „*καὶ τούτου [τοῦ ἀνθρώπου] τὸ μὲν θῆλυ κὺκλῳ ἔχει τὴν ῥαφήν*". Der Werth der Angabe ist selbstverständlich nur ein geschichtlicher. Aehnlich verhält es sich mit Bemerkungen römischer Autoren, vor allem des PLINIUS, über Geschlechtsunterschiede im allgemeinen. Der Entwicklung der anatomischen Wissenschaften entsprechend kam in der Folge auch für diese Frage ein Stillstand von mehr als anderthalb Jahrtausenden; und dann noch folgten einer neuen Blüthezeit der Anatomie erst sehr spät brauchbare Früchte in dieser Hinsicht. Durchblättert man die Werke der Autoren jener Zeit, so findet man in vielen nicht einmal Geschlechtsunterschiede erwähnt; in anderen leugnen die Forscher das Bestehen von Differenzen überhaupt; meist aber werden zufällige Verhältnisse für Charakteristica genommen. Der Mangel an genügendem Material mag der Hauptgrund für die Verschiedenheit der Ansichten sein. Muss doch ALBINUS noch im Beginn des 18. Jahrhunderts in der Vorrede zu seinem Academ. Lib. I eingestehen: „Caremus sceleto feminino".

Die erste Angabe von Bedeutung findet sich bei VERHEYEN, Corporis humani anatom. Lib. I 2. Aufl. 1718. Er behauptet mit Entschiedenheit, dass der Schädel des Weibes eine geringere Grösse besitze. Wirklichen Werth hat dann eine Dissertation von ACKERMANN; de discrimine sexuum 1788, in der der Autor als wesentliche Charaktere des Weiberschädels folgende nennt: Glättere, äussere Oberfläche, engere Hirnschalenlöcher, geringere Entwicklung der Arcus superciliares, der Glabella und der Höcker für den Ansatz des M. masseter am Jochbogen, senkrechte Stellung der Stirn, rasche Verschmälerung des Schädels nach vorn, schmalere Schädelblasis, im Verhältniss zum Hirnschädel kleinerer Gesichtsschädel, feinere Gesichtsknochen, niedrigeres Gaumengewölbe mit kleinerer Mundhöhle, mehr elliptisch in die Kiefer eingelassene obere und untere Zahnfächer, dem Alveolarfortsatz nicht so hoch eingepflanzte Eckzähne. Diesen Kennzeichen fügte SÖMMERING

---

[1]) ORNSTEIN, PYRLAS, VIRCHOW, Ueber eine zweifelhafte Stelle des Aristoteles. Verhandl. d. Berl. Ges. f. Anthr. 20. VII. 1889.

in seinem Werke über den „Bau des menschlichen Körpers“ 1791 bis 1796 noch als weitere hinzu: Geringere Entwicklung der Knochenvorsprünge für die Muskelansätze, weniger breite und massige Hinterhauptscondylen, kleinere Zähne.

In der ersten Hälfte unseres Jahrhunderts war die anatomische Forschung durch andere Interessen in Anspruch genommen. Erst die Begründung der Anthropologie und mit ihr das Streben nach einem exacten Ausdruck für die gewonnenen Resultate mit Hilfe der Mathematik, der Versuch einer Anthropometrie, brachte auch in der Frage nach den Geschlechtsmerkmalen am Schädel einen weiteren Fortschritt. 1854 theilte Huschke in seiner Arbeit: „Schädel, Hirn und Seele“ mit, dass nach seinen Messungen der Weiberschädel kürzer und breiter sei, geringeren Cubikinhalt und kleinere Oberfläche habe; zugleich sei das Hinterhaupt bei geringerer Breite und geringerem Gehalt stärker gewölbt. Wenige Jahre später erschien eine Abhandlung WELCKERS [1]) über Wachsthum und Bau des menschlichen Schädels, eine äusserst interessante und mathematisch exacte Arbeit, in der der Autor die Art des Schädelwachsthums besonders an Winkelmessungen zu demonstrieren sucht und schliesslich die Ansicht äussert, dass das Weib einen grösseren Sattelwinkel und stärkere Prognathie besitze und deutlich zur Dolichocephalie neige. Dieser letzteren Behauptung widersprach jedoch Weisbach [1]) bald darauf auf das Entschiedenste. Er fand den Weiberschädel im Gegentheil breiter und niedriger, mit flacher sagittaler Wölbung, steiler gestelltem Receptaculum cerebelli, längerer Schuppe, kleinem rundlichen Foramen occipitale magnum, näher zusammenliegenden Warzenfortsätzen, mit ovalen Augenhöhlenöffnungen, deren äusserer unterer Winkel herabgezogen ist, mit kürzerem breiterem Gaumen, flacherem Nasenrücken, kleinerem Unterkiefer mit niedrigeren unter grösserem Winkel eingepflanzten Aesten, und mit ausgesprochener Neigung zur Orthognathie. Die Verschiedenheit der Angaben beider Autoren erklärt sich wohl zum Theil aus den verschiedenen Messarten, deren sie sich bedienten. Heute erkennt man im allgemeinen eine gewisse Neigung der Weiber zur Brachycephalie ebenso an, wie ihre Vorliebe zur Prognathie.

Eine Reihe anderer Arbeiten beschäftigte sich hauptsächlich wieder mit äusserlichen Charakteren. Der ungeahnte Aufschwung, den die Anthropologie inzwischen genommen hatte, verbunden mit dem ganz ungewöhnlichen Interesse, das ihre Bestrebungen allenthalben erweckten, konnte auf dem Gang der Forschung nach den Geschlechtsunterschieden am Schädel nicht ohne Einfluss sein. Wollte man die zahl-

[1]) WELCKER, H., Untersuchungen über Wachsthum und Bau des menschlichen Schädels. 1862.

[2]) WEISBACH, A., Beiträge zur Kenntniss der Schädelformen österreichischer Völker. Med. Jahrb. d. österr. Staates. 1864. Bd. XX.

reichen Funde, die theils zufällig, theils unter Leitung geschichtlicher Daten jetzt gemacht wurden, in anthropologischer, in ethnologischer und phyletischer Beziehung richtig ausnutzen, so brauchte man vor allen Dingen brauchbarere Anhaltspunkte für die Geschlechtsbestimmung aufgefundener Cranien. Die bisherigen Angaben, die nicht zu diesem Zwecke gemacht waren, leisteten nicht viel und waren noch dazu recht wenig bekannt. Manche Fundberichte aus jener Zeit, und zwar besonders solche aus dem Ausland, liefern den Beweis, mit welch' geradezu unbegreiflichem Leichtsinn oft die Geschlechtsdiagnose gestellt wurde. Einsichtsvolle Forscher, wie His und Rütimeyer, [1]) warnten schon damals auf das dringendste vor den Willkürlichkeiten, die eine oberflächliche Geschlechtsdiagnose nothwendig im Gefolge haben muss. Leider wurden sie zu wenig gehört. Erst die Gründung anthropologisch-ethnologischer Archive und Zeitschriften und neue Veröffentlichungen über die Geschlechtsunterschiede brachten einige Besserung. Sehr segensreich hat ohne Zweifel die Arbeit Aeby's [2]) gewirkt, der zwischen Männer- und Weiber-Schädeln keine andere Differenz als die der absoluten Grösse finden konnte. Andere Autoren suchten hingegen nach neuen Charakteren. Ecker [3]) wies auf die stärkere Ausbildung der Stirn- und Scheitel-Höcker, auf das Ueberwiegen des Schädeldaches über die Schädelbasis und den auffallend winkligen Uebergang vom Scheitel zum Hinterhaupt hin. Davis [4]) bezeichnete, neben anderen Kennzeichen, die Entwicklung der Protuberantia occipitalis externa als besonders wichtig, sagte aber dabei: „Trotz alledem, fürchte ich, giebt es keine festen Regeln, auf welche der Geschlechtsunterschied der Schädel sich stützt, und keine Regeln, die uns nicht auch einmal im Stiche lassen."

Im Jahre 1868 erschien dann die für die ganze Frage wichtigste Arbeit von Weisbach [5]), die beinahe in jeder Hinsicht noch heute anerkannt wird. Abgesehen von bereits bekannten Verhältnissen, handelt es sich hier hauptsächlich um Messungen der einzelnen Schädelknochen für sich und in ihrer Verbindung mit einander. Auch aus Italien und Frankreich kamen jetzt Veröffentlichungen. Mantegazza [6]) wies in einer

---

[1]) His und Rütimeyer, Crania helvetica.

[2]) Aeby, Chr., Die Schädelformen der Menschen und der Affen. 1867.

[3]) Ecker, A., Ueber eine charakteristische Eigenthümlichkeit in der Form des weiblichen Schädels. Arch. f. Anthr. Bd. I. 1866.

[4]) Davis, J. B., Ueber makrocephale Schädel und über die weibliche Schädelform. Arch. f. Anthrop. Bd. II. 1867. p. 25.

[5]) Weisbach, A., Der deutsche Weiberschädel. Arch. f. Anthropol. Bd. III. 1868. p. 59.

[6]) Mantegazza, P., Della capacità dell' orbita nel cranio umano. Arch. per l'Antrop. I. 1871. p. 149.

Dell' indice cefalospinale. Archivio per l'Antropologia I. 1871.

ganzen Reihe von Arbeiten nach, dass die Weiber ein kleineres Hinterhauptsloch, kleinere Augenhöhlenöffnungen und eine geringere Capacität der Augen- und Nasenhöhle besitzen. DUREAU [1]) brachte in Kürze eine verdienstvolle Zusammenstellung der bisherigen Resultate.

1873 berichtete VIRCHOW auf der 4. allgemeinen Versammlung der deutschen anthropologischen Gesellschaft in Wiesbaden über den Stand der Frage und hob als wesentliche Eigenthümlichkeiten des Weiberschädels: die Kürze der Basis, die grössere Prognathie und geringere Capacität desselben hervor. Doch bereits im folgenden Jahre erschien eine neue Arbeit AEBY's: [2]) „Beiträge zur Kenntniss der Mikrocephalie," in der er auf seine früheren Angaben zurückkommt und unter anderem äussert: „Das Schlussergebniss unserer Untersuchungen an männlichen und weiblichen Schädeln lässt sich in der Hauptsache dahin zusammenfassen, dass die letzteren als Ganzes unzweifelhaft nur eine Verschiedenheit der Grösse, nicht aber auch der Form darbieten." Wenn auch heutzutage wohl niemand AEBY's Resultate in dieser Form bestätigen wird, so lehren sie doch zur Genüge, dass man allen Grund hat, auf Messungen und Maasse am Schädel nicht zu viel Werth zu legen. Die äusserlichen Verhältnisse sind jedenfalls doch von grösserer Bedeutung. Hier brachte BROCA [3]) noch eine sehr wichtige Angabe, indem er auf die Zuschärfung des äusseren oberen Orbitalrandes beim Weib hinwies. Etwa gleichzeitig beobachtete MORSELLI [4]) eine andere Geschlechtseigenthümlichkeit am Schädel. Er fand beim weiblichen Geschlecht neben geringerem Schädelgewicht einen, auch im Verhältniss zum Schädelgewicht, leichteren Unterkiefer. Die Arbeiten der verschiedensten Autoren brachten in den folgenden Jahren kaum noch Neues. Bemerkenswerth sind dagegen noch die Reden resp. Referate SCHAAFFHAUSEN's [5]) auf den anthropologischen Congressen zu Constanz und Wien. Neben einem zusammenfassenden Bericht über die bis dahin bekannten Geschlechtsmerkmale finden wir als weitere Kennzeichen des Weiberschädels angeführt: Grössere obere

MANTEGAZZA, P., Dei caratteri sessuali del cranio umano. Arch. per l'Antrop. II. 1872.

Della capacità delle fosse nasali. Archivio per l'Antr. e la Etnol. III. 1874.

Studii di craniologia sessuale. Arch. per l'Antr. e la Etnol. V. 1875. p. 200.

[1]) DUREAU, Des caractères sexuels du crâne humain. Revue d'Anthropologie II. 1873. p. 475.

[2]) Archiv f. Anthropologie. Bd. VII. 1874. pag. 1.

[3]) BROCA, P., Instructions craniologiques et craniométriques. Mém. d. l. soc. d'anthrop. de Paris. T. II. 2. Série. 1875.

[4]) MORSELLI, Sul peso del crania e della mandibola in rapporto col sesso. Arch. per l'Antr. V. 1875.

[5]) SCHAAFFHAUSEN, Rede auf der 8. Versamml. zu Constanz 1876. Correspondenzblatt 1876.

Ueber die heutige Schädellehre. 20. Vers. in Wien 1889. Correspondenzblatt 1889 p. 165.

Schneidezähne, tiefere Wangengruben, feiner gezackte Schädelnähte, oft höher hinaufreichende Nasenbeine.

In den letzten Jahren ist die Frage nach den Geschlechtsunterschieden am Schädel immer mehr in den Hintergrund getreten. Grössere Veröffentlichungen und Erörterungen fehlen vollständig; und so lassen sich die bisherigen Resultate jetzt klar übersehen. Man muss sagen, dass die Fülle der Differenzen, die angegeben wurden, sehr schlecht in Einklang zu bringen ist mit den geringen Verschiedenheiten, die die Entwicklung von Männer- und Weiber-Schädeln zur Pubertätszeit aufweist. Der Verdacht liegt zu nahe, dass die Forschung hier über ihr Ziel hinausgeeilt ist. Wir schleppen vielleicht einen unnützen Ballast von sogenannten Geschlechtsunterschieden mit uns herum, der den Anthropologen nur an der freien Bewegung auf seinem Gebiete hindert. Es ist darum hohe Zeit, einmal mit strenger Kritik an die Kennzeichen heranzutreten und zu sehen, was sie für ihren wichtigsten Zweck: die Geschlechtsbestimmung leisten. Auf diesem Wege wird es allein möglich sein, allmählich unbrauchbare und unzuverlässige Charaktere auszuschalten. Die vorliegende Arbeit ist ein Versuch in dieser Richtung. Es war nicht schwer, aus der Gesammtzahl der in der Literatur berichteten Geschlechtscharaktere für die äusserliche Untersuchung etwa 50 der wichtigsten und markantesten auszuwählen. Ihr Verhalten war bei jedem einzelnen Schädel zu beobachten und zu registriren. Selbstverständlich konnten zu diesen Untersuchungen nur Schädel verwendet werden, deren Geschlecht sich später — zur Controle — mit Sicherheit eruiren liess. Daher hatte Herr Professor SCHWALBE 159 dem Geschlecht nach sicher bestimmte Schädel des anthropologischen Museums im anatomischen Institut der Universität Strassburg und 10 Schädel aus seinem Privatbesitz mir gütigst zur Verfügung gestellt. Es befanden sich unter dieser Zahl 102 Schädel aus dem Elsass, aus der Pfalz, aus Lothringen, Baden, Württemberg, Bayern, Sachsen, Schlesien, Brandenburg und Preussen, 49 Schädel aus den übrigen europäischen Staaten, 18 Schädel aus Asien. Um jede Beeinflussung des Urtheils zu verhindern, fand die Untersuchung in einem von dem Museum vollständig getrennten Raume statt. Die Geschlechtsbezeichnung auf den Schädeln war vorher vom Diener mit undurchsichtigen Papierstreifen überklebt worden.

Das Verfahren bei der Untersuchung selbst war ein sehr einfaches. Nachdem jeder Schädel nach Möglichkeit genau in der deutschen Horizontalebene aufgestellt war, wurde das Protokoll desselben in der aus den am Schluss der Arbeit beigegebenen beiden Probe-Tabellen ersichtlichen Art und Reihenfolge aufgenommen. Am Schluss folgte die Angabe des Geschlechtes, dem nach dem Ergebniss der Untersuchung der Schädel vermuthlich angehörte. Zuerst wurden die Schädel aus dem Elsass, Männer und Weiber zusammen, bestimmt, dann die

übrigen Schädel ohne Rücksicht auf Nationalität und Geschlecht gemischt. Daran schloss sich eine nochmalige Untersuchung der Elsässer Schädel an, um Irrthümer und Versehen im Abschätzen der Unterschiede, wie sie anfänglich bei solch' individuellen Untersuchungen so leicht unterlaufen, möglichst auszuschliessen und zu verbessern. Die Tabellen wurden der Uebersichtlichkeit wegen später umgeschrieben und dabei wurden die Schädel der Nationalität nach geordnet. Dann erfolgte die Vergleichung der Ergebnisse der ausgeführten Geschlechtsbestimmung mit den Notizen in den Sammlungen. Es zeigte sich, dass bei den 169 untersuchten Schädeln in 16 Fällen die Diagnose des Geschlechtes falsch gestellt war; und zwar wurden 9 mal Männer für Weiber gehalten, 7 mal Weiber für Männer. Die genauere Vertheilung geht aus der folgenden Tabelle hervor:

(Siehe Tabelle Seite 215.)

$$x = \frac{16 \cdot 100}{169} = 9{,}5.$$

Der Fehlersatz beträgt demnach 9,5 p. C. Man muss sich aber ehrlich eingestehen, dass vielleicht weitere 5—10% nur als Zufallstreffer zu bezeichnen sind, ein Verhältniss, das an anderer Stelle eine ausführliche Besprechung erfahren soll.

Bei der Durchsicht der Literatur zeigte es sich, dass MANTEGAZZA bereits früher ähnliche Versuche der Geschlechtsbestimmung bekannter Schädel, wenn auch ohne den Zweck einer Kritik an den Geschlechtsmerkmalen, vorgenommen und dabei erheblich günstigere Resultate erreicht hatte. Es findet sich ein Bericht darüber in seiner Arbeit: Dei caratteri sessuali del cranio umano:[1] „Jo ho più volte fatto l'esperimento di giudicare del sesso dî cranî umani, nei quali era conosciuto con sicurezza, e confrontando poi le mie note coi cataloghi, ho trovato che gli errori giungevano al tre o al cinque per cento. E un numero quasi eguale di errori commetteva il mio amico Prof. ZANETTI, ripetendo sugli stessi cranî lo stesso esperimento.“ Da diese Untersuchungen nicht selbst veröffentlicht sind, ist es nicht möglich, sich über die Ursache des günstigeren Procentsatzes zu unterrichten. Immerhin mag auch die Uebung des Beobachters hier von einiger Bedeutung sein.

Um nun den Antheil, den die einzelnen Geschlechtsmerkmale an der Geschlechtsbestimmung nehmen, deutlich zu eruiren, wird sich die einfache tabellarische Anordnung der verschiedenen Entwicklungsstufen jedes Kennzeichens am meisten empfehlen. Irgend welche Unterschiede zwischen beiden Geschlechtern werden dann sofort in Zahlen ihren

[1]) Archivio per l'Antropologia II. 1872. pag. 12.

	♂		♀		Irrthümer.	
	Nach dem Ergebniss d. Untersuchung.	Nach Angabe in d. Sammlungen.	Nach dem Ergebniss d. Untersuchung.	Nach Angabe in d. Sammlungen.	♂ als ♀ aufgeführt.	♀ als ♂ aufgeführt.
Ober-Elsässer	6	7	6	5	1	—
Unter-Elsässer	22	20	9	11	—	2
dem Heimathsort nach nicht sicher bestimmte Elsässer	20	21	10	9	3	2
Lothringer	7	7	—	—	—	—
Pfälzer	5	4	2	3	—	1
Badenser	2	2	4	4	—	—
Württemberger	1	1	—	—	—	—
Sachsen	2	2	—	—	—	—
Schlesier	3	3	—	—	—	—
Brandenburger	1	1	—	—	—	—
Preussen	—	—	1	1	—	—
Juden	1	1	—	—	—	—
Schweizer	1	1	—	—	—	—
Franzosen	1	2	1	—	1	—
Savoyarden	6	5	—	1	—	1
Italiener	4	4	—	—	—	—
Tiroler	1	1	1	1	—	—
Böhmen	3	3	—	—	—	—
Ungarn	2	2	1	1	—	—
Zigeuner	—	—	1	1	—	—
Slovaken	2	2	—	—	—	—
Polen	4	5	3	2	1	—
Russen	10	10	1	1	—	—
Finnen	1	2	1	—	1	—
Schweden	1	1	—	—	—	—
Türken	2	2	—	—	—	—
Kaukasier	2	2	—	—	—	—
Tataren	1	1	—	—	—	—
Chinesen	1	1	—	—	—	—
Japaner	1	2	2	1	1	—
Javaner	1	1	—	—	—	—
Battas	4	4	—	—	—	—
Singhalesen	2	2	2	2	—	—
Tamilen	2	2	2	2	1	1
Summa	122	124	47	45	9	7
	169				16	

Ausdruck finden. Dabei ist zu beachten, dass bei der vorliegenden Untersuchung die Zahl der Weiber nur etwa $^1/_3$ so gross ist als die der Männer. Europäer und Asiaten sind überall, wo sie analoges Verhalten zeigten, in einer Tabelle vereinigt.

I. Grösse des Schädels.

(Grösse)	♂	♀	Procent-verhältniss. ♂	♀
sehr gross . . .	13	1	10,5	2,2
gross	50	2	40,3	4,4
mittelgross . . .	45	16	36,3	35,6
klein	16	22	12,9	48,9
sehr klein . . .	—	4	—	8,9
	124	45	100,0	100,0

In seinen „Untersuchungen über Wachsthum und Bau des menschlichen Schädels“ sagt WELCKER: „Bereits mehrere ältere Angaben weisen darauf hin, dass am Schädel der Neugeborenen Geschlechtsunterschiede sich vorfinden, im allgemeinen ausgesprochen in bedeutenderer Grösse des Knabenschädels.“ Dass Mädchen, weil sie einen kleineren Kopf haben, leichter geboren werden, ist eine bekannte Erfahrung der Geburtshülfe. Jedenfalls ergiebt sich die Neigung der Weiber zu geringerer Schädelgrösse, der einzige von allen Autoren anerkannte Geschlechtsunterschied, ohne weiteres aus der Tabelle.

II. Nähte.

Form der Nähte:	♂	♀	Procentverhältniss. ♂	♀
grosszackig	32	6	26,0	13,6
kleinzackig	21	9	17,1	20,4
grobzackig	58	14	47,1	31,8
feinzackig	4	7	3,3	15,9
gross- und grobzackig . .	—	—	—	—
gross- und feinzackig . . .	4	4	3,3	9,1
klein- und grobzackig . .	3	1	2,4	2,3
klein- und feinzackig . . .	1	3	0,8	6,8
	123	44	100,0	99,9

Feingezackte bzw. vielzahnige Suturen scheinen im Vergleich mit den Männerschädeln relativ häufig bei Weiberschädeln vorzukommen (7 feinzackig, 4 gross- und feinzackig, 3 klein- und feinzackig = 14:44). Aber grobgezackte Nähte sind auch hier keineswegs selten.

III. Grössenverhältniss des Gesichts- zum Hirnschädel.

Verhältniss des Gesichts- und des Hirnschädels:	♂	♀	Procentverhältniss. ♂	♀
Sehr bedeut. Ueberwieg. d. Hirnsch. . .	—	1	—	2,2
bedeutendes „ „ „ . .	7	16	5,8	35,6
mässiges (geringes) Überwieg d. Hirnsch.	16	11	13,2	24,4
kein „ „ „	98	17	80,9	37,8
	121	45	99,9	100,0

Jedenfalls handelt es sich hier um ein schwer abzuschätzendes Verhältniss. Zufälligkeiten müssen hier oft das Urteil trüben und beeinflussen. Totales und partielles Fehlen der Zähne oder gar Fehlen des Unterkiefers sind die störendsten Momente. Die Resultate sind dem entsprechend von sehr bedingtem Werth.

IV. Glabella (Broca).

Entwicklung der Glabella.	♂	♀	Procentverhältniss. ♂	♀
sehr kräftig (überhängend) .	44	2	35,5	4,4
kräftig	42	6	33,9	13,3
mittelkräftig	22	10	17,7	22,2
mässigkräftig	8	10	6,4	22,2
wenig kräftig (kaum anged.)	8	14	6,4	31,1
fehlend	—	3	—	6,7
	124	45	99,9	99,9

Es ist die Glabella (bosse nasale) der französischen Autoren gemeint, welche den medialen Wulst über der Nasenwurzel an der Basis der Stirn so bezeichnen. Sie fehlt bei Kindern und entwickelt sich überhaupt erst um das 15. Lebensjahr herum oder noch später. Broca [1]) sagt von ihr in seinen Instructions craniologiques: [2]) „Une forte glabelle nettement détachée sur le profil indique sûrement le sexe masculin. L'absence totale de cette saillie caractérise aussi sûrement le sexe féminin.“ Bei 45 Weiberschädeln fehlte sie in 3 Fällen vollständig, war aber anderseits in 2 Fällen sehr kräftig entwickelt. Broca konstatirte ganz ähnliche Verhältnisse. Die Zuverlässigkeit dieses Geschlechtsmerkmales wird dadurch natürlich einigermassen beeinträchtigt.

---

[1]) Broca, P., Instructions craniologiques et craniométriques. Mém. de la soc. d'Anthropol. de Paris. T. II. 2. Sér. 1875.

[2]) Broca, P., Instructions craniologiques et craniométriques. Mém. d. l. soc. d'anthrop. d. Paris. II. 1875.

V. Arcus superciliares.

Entwicklung der Arcus superciliares:	♂	♀	Procentverhältniss. ♂	♀
sehr kräftig	52	2	41,9	4,4
kräftig	48	6	38,7	13,8
mittelkräftig	14	10	11,3	22,2
mässig kräftig	4	6	3,2	13,8
wenig kräftig (kaum anged.)	6	21	4,8	46,7
fehlend	—	—	—	—
	124	45	99,9	99,9

Die Behauptung MANTEGAZZA's,[1]) dass die Entwicklung der Arcus superciliares die constanteste Eigenthümlichkeit des Männerschädels sei, scheint in der Tabelle Bestätigung zu finden. Die Weiberschädel verhalten sich hier ähnlich, wie in der vorstehenden Uebersicht über die Entwicklung der Glabella.

VI. Stirnprofil.

Stellung des Stirnprofils:	♂	♀	Procentverhältniss. ♂	♀
über senkrecht	1	1	0,8	2,2
senkrecht	18	19	14,6	42,2
fast senkrecht	12	7	9,8	15,6
(kuglig gewölbt)	7	1	5,7	2,2
wenig zurückliegend . . .	14	9	11,4	20,0
zurückliegend	71	8	57,7	17,8
	123	45	100,0	100,0

Die Stellung des Stirnprofils ist ebenso wie die Ausbildung der Glabella und der Arcus superciliares von der Entwicklung der Sinus frontales abhängig. Bei Kindern fehlen die Stirnbeinhöhlen überhaupt. Erst im 10. Lebensjahr etwa treten sie andeutungsweise auf, entwickeln sich aber bis zur Geschlechtsreife nur wenig und bleiben beim weiblichen Geschlecht überhaupt klein. So kommt es, dass das Weib die senkrechte Kinderstirn behält. Die antike Plastik unterschied hier sehr genau. Die steile Stirn und das sog. „griechische Profil" waren ein Attribut der Jugend und des weiblichen Geschlechtes (Eros von PRAXITELES, Hera von POLYKLET), starke Entwicklung der Augenbrauenwülste und eine fliehende Stirn mussten dem Antlitz eines Helden den Ausdruck von Kraft und Stärke geben (farnesischer Herakles).

[1]) MANTEGAZZA, P., Dei caratteri sessuali del cranio umano. Arch. per l'Antropologia II. 1872.

Nach der Uebersicht besitzen 27 unter 45 Weiberschädeln und 31 unter 123 Männerschädeln ein mehr oder weniger senkrechtes Stirnprofil, während sich bei 71 Männern und 8 Weibern eine zurückliegende Stirn findet.

VII. Tubera frontalia.

Entwicklung der Stirnhöcker:	♂	♀	Procentverhältniss.	
			♂	♀
sehr stark	4	4	3,3	7,7
stark	26	18	21,1	40,0
mittelstark	47	17	38,2	37,7
mässigstark	20	3	16,8	6,7
wenig	23	3	18,7	6,7
fehlend	3	—	2,4	—
	123	45	100,0	100,0

Die Stirnhöcker flachen sich vom 10. Jahre an ab. Beim Weibe bleiben sie in relativ bedeutenderer Grösse erhalten. Ueber ihre gelegentlich kräftige Entwicklung bei Männerschädeln sagt Broca:[1]) „les bosses frontales sont quelquefois très-saillantes sur les crânes masculins qui présentent la suture métopique, mais elles se distinguent encore alors de celles de la femme par un plus grand écartement.“

VIII. Uebergang von der Stirn zum Scheitel.

Uebergang von der Stirn zum Scheitel:	♂	♀	Procentverhältniss.	
			♂	♀
rasch umbiegend	49	35	39,8	77,8
allmählich	74	10	60,2	22,2
	123	45	100,0	100,0

Das Stirnprofil bestimmt hauptsächlich die Art des Uebergangs von der Stirn zum Scheitel. Beim Weib wird man ein plötzliches Umbiegen erwarten dürfen.

IX. Scheitelprofil.

Form des Scheitelprofils:	♂	♀	Procentverhältniss.	
			♂	♀
gewölbt	50	15	40,7	33,3
flach gewölbt	59	26	48,0	57,8
nach hinten ansteigend	11	4	8,9	8,9
nach hinten abfallend	3	—	2,4	—
	123	45	100,0	100,0

[1]) Broca, P., Instructions craniologiques et craniométriques. Mém. d. l. soc. d'Anthrop. de Paris II. 1875.

Das Scheitelprofil sollte beim Weib flacher sein und mehr einer geraden Linie gleich kommen. Die Tabelle ergiebt absolut nichts in dieser Hinsicht.

X. Uebergang vom Scheitel zum Hinterkopf.

Profillinie des Scheitels zum Hinterhaupt:	♂	♀	Procentverhältniss. ♂	♀
rasch umbiegend	69	32	56,1	71,1
allmählich (ununterbrochen)	54	13	43,9	28,9
	123	45	100,0	100,0

Auch hier lässt sich vielleicht eine geringe Neigung zu rascherem Umbiegen beim Weib erkennen.

XI. Richtung und Wölbung des oberen Theiles der Hinterhauptsschuppe.

Oberer Theil der Hinterhauptsschuppe:	♂	♀	Procentverhältniss. ♂	♀
stark gewölbt	19	4	15,4	8,8
gewölbt	36	22	29,3	48,9
mässig gewölbt	10	7	8,1	15,6
wenig gewölbt.	43	6	35,0	13,3
geradlinig	14	6	11,4	13,3
ausgeschweift	1	—	0,8	—
	123	45	100,0	100,0

Richtung des oberen Theiles der Hinterhauptsschuppe:	♂	♀	Procentverhältniss. ♂	♀
von vorn oben nach hinten unten	34	8	27,6	17,7
von hinten oben nach vorn unten	23	11	18,8	24,4
von oben nach unten	66	26	53,6	57,8
	123	45	100,0	99,9

Weder Wölbung noch Richtung der Oberschuppe scheinen durch das Geschlecht wesentlich beeinflusst zu werden.

XII. Richtung und Wölbung des unteren Theiles der Hinterhauptsschuppe.

Unterer Theil der Hinterhauptsschuppe.	♂	♀	Procentverhältniss. ♂	♀
stark gewölbt	7	—	5,7	—
gewölbt	26	12	21,1	26,6
mässig gewölbt	7	3	5,7	6,7
wenig gewölbt	46	17	37,4	37,8
fast geradlinig	13	4	10,6	8,9
geradlinig	24	9	19,5	20,0
	123	45	100,0	100,0

Richtung des unteren Theiles der Hinterhauptsschuppe:	♂	♀	Procentverhältniss. ♂	♀
nach vorn	17	2	13,8	4,4
nach vorn unten	105	43	85,4	95,6
nach unten	1	—	0,8	—
	123	45	100,0	100,0

Auch im Verhalten der Unterschuppe dürften wohl keine besonderen Unterschiede zwischen Mann und Weib bestehen.

XIII. Hinterhaupts-Protuberanz.

Entwicklung der Hinterhaupts-Protuberanz:	Europäer.				Asiaten.			
	♂	♀	Procentverhältniss. ♂	♀	♂	♀	Procentverhältniss. ♂	♀
sehr gross (herabhängend)	13	—	11,7	—	—	—	—	—
sehr gross	25	1	22,5	2,5	4	3	30,8	60,0
gross	50	10	45,0	25,0	7	—	53,8	—
mittelgross	17	15	15,3	37,5	1	1	7,7	20,0
mässig gross	1	6	0,9	15,0	—	—	—	—
klein	—	2	—	5,0	—	—	—	—
kaum angedeutet	5	6	4,5	15,0	1	—	7,7	—
fehlend	—	—	—	—	—	1	—	20,0
	111	40	99,9	100,0	13	5	100,0	100,0

Die Entwicklung der grossen Vorsprünge für die Muskelansätze am Schädel ist für die Geschlechtsbestimmung von besonderem Werthe. Unter ihnen steht die Protuberantia occipitalis externa, das Inion der

15

Franzosen, oben an. „D'une manière générale, schreibt Broca,[1]) l'inion est plus fort chez l'homme que chez la femme, mais cette différence varie notablement suivant les races et par exemple elle est beaucoup plus grande en moyenne chez les Européens que chez les nègres. Mais dans toute race aussi l'inion de certaines femmes est plus développé, que celui de certains hommes. Les différences sexuelles de l'inion ne sont donc pas absolues.“ Das bestätigt auch die Tabelle. Doch Broca fährt fort: „elles fournissent neanmoins des indications très-précieuses, et ces indications sont quelquefois tout à fait certaines“.

XIV. Linea nuchae.

Entwicklung der Linea nuchae:	♂	♀	Procentverhältniss. ♂	Procentverhältniss. ♀
gross, scharfkantig	3	—	2,4	—
stark wulstig	23	4	18,5	8,9
wulstig	83	21	66,9	46,7
abgerundet	14	16	11,3	35,5
kaum angedeutet (ganz abgerundet)	1	3	0,8	6,7
fehlend	—	1	—	2,2
	124	45	99,9	100,0

Die Linea nuchae (ligne occipitale) bietet ganz ähnliche Verhältnisse, doch ist ihre Entwicklung im einzelnen Falle, wie Broca[2]) ausdrücklich betont, keineswegs immer derjenigen der Protuberantia occipitalis externa entsprechend. „La ligne peut-être très-prononcée et l'inion presque nul; l'inion peut-être volumineux et la ligne presque effacée, au moins dans sa partie externe.“ Nach eigenen Untersuchungen kann ich Broca nur beistimmen, wenn er sagt: „Dans toute race un inion très-volumineux, accompagné d'une ligne occipitale développée en forme de crête, indique toujours le sexe masculin; et l'absence totale de l'inion et de la ligne occipitale chez un sujet tout à fait adulte établit une très-grande probabilité en faveur du sexe féminin.“ Aber man findet nur zu häufig mittlere Entwicklungsstufen, die ebenso gut für männliches wie für weibliches Geschlecht sprechen können.

---

[1]) Broca, P., Instructions craniologiques et craniométriques. Mém. d. l. soc. d'Anthr. de Paris II. 1875.

[2]) Broca, P., Instructions craniologiques et craniométriques. Mém. d. l. soc. d'Anthr. de Paris II. 1875.

XV. Processus mastoides.

Entwicklung des Processus mastoides:	Europäer.				Asiaten.			
	♂	♀	Procent-verhältnisse.		♂	♀	Procent-verhältnisse.	
			♂	♀			♂	♀
sehr gross	7	—	6,8	—	—	—	—	—
gross	71	7	63,9	17,5	8	2	61,5	40,0
mittelgross . . .	19	13	17,1	32,5	2	1	15,4	20,0
klein	14	20	12,6	50,0	3	1	23,1	20,0
sehr klein	—	—	—	—	—	1	—	20,0
	111	40	99,9	100,0	13	5	100,0	100,0

Die Process. mastoid. entwickeln sich erst nach der Geburt, sind beim Kind sehr klein, vergrössern sich allmählich zur Pubertätszeit und wachsen überhaupt sehr lange (bis zum 30. Jahr). Ihre Grösse scheint sich bei beiden Geschlechtern der Schädelgrösse ziemlich analog zu verhalten. Demgemäss findet man kleinere Werthe bei den Weibern.

Broca [1]) macht darauf aufmerksam, dass die Länge der Warzenfortsätze bei den Rassen recht verschieden ist und meint: „La grandeur absolue des apophyses mastoides ne fournirait donc le plus souvent que des données peu certaines; mais lorsqu'on étudie comparativement ce caractère sur les crânes d'une même série ou d'une même race, on en tire pour le diagnostic du sexe des probabilités assez grandes. Il faut savoir toutefois que, dans toutes les races, quelques hommes ont des apophyses mastoïdes très-petites." Vielleicht steht auch die Entwicklung der Warzenfortsätze, abgesehen von der Stärke der an ihnen inserirenden Halsmuskeln, in einer gewissen Beziehung zum Respirationstraktus, mit dem die Cellulae mastoïdeae durch die Paukenhöhe und die Tube in direkter Verbindung stehen.

XVI. Schläfenlinien.

Entwicklung der Schläfenlinien:	♂	♀	Prozentverhältniss.	
			♂	♀
sehr kräftig	6	1	4,9	2,2
kräftig	39	14	31,7	31,1
mittelkräftig	57	17	46,3	37,8
mässig kräftig	18	9	14,6	20,8
wenig kräftig	3	4	2,4	8,9
fehlend	—	—	—	—
	123	45	99,9	100,0

[1]) „Instructions craniologiques ot craniométriques" 1875.

In der vorstehenden Tabelle werden die Angaben ECKER's[1]) und MANTEGAZZA's,[2]) die dem Weib eine schwächere Entwicklung der Schläfenlinien zuschreiben, wohl kaum eine wesentliche Stütze finden.

XVII. Stellung des Alveolarfortsatzes des Oberkiefers gegen die Horizontale.

Alveolarfortsatz des Oberkiefers:	♂	♀	Procentverhältniss. ♂	♀
sehr stark vorspringend . .	—	1	—	2,5
stark vorspringend	11	7	9,8	17,5
vorspringend	9	5	7,6	12,5
mässig vorspringend . . .	12	9	10,2	22,5
wenig vorspringend. . . .	36	9	30,5	22,5
senkrecht	20	5	16,9	12,5
fast senkrecht	24	3	20,4	7,5
wenig zurückliegend . . .	2	1	1,7	2,5
zurückliegend	4	—	3,4	—
	118	40	100,0	100,0

„Der Schädelbau des Weibes bleibt dem des Kindes ähnlicher als der männliche, aber er behält auch im Laufe der mit der Cultur fortschreitenden Schädelbildung, länger die Merkmale des ursprünglichen roheren Typus z. B. den Prognathismus.“[3])

Eine gewisse Neigung der Weiber zu stärkerer (alveolärer) Prognathie ist in der Uebersicht nicht zu verkennen.

XVIII. Stellung der Linie von der Stirnnasennaht zum Kinn (Gesichtshöhe) gegen die Horizontale.

Nasenkinnlinie:	♂	♀	Procentverhältniss. ♂	♀
stark vorspringend	—	1	—	2,3
vorspringend	15	12	12,8	27.9
mässig vorspringend . . .	11	5	9,3	11,6
wenig vorspringend	7	5	5,9	11,6
senkrecht	6	4	5,1	9,3
fast senkrecht	13	2	11,0	4,7
wenig zurückliegend . . .	18	4	15,2	9,3
mässig zurückliegend . . .	1	—	0,8	—
zurückliegend	44	10	37.3	23,3
sehr zurückliegend	3	—	2,5	—
	118	43	99,9	100,0

[1]) ECKER, A., Ueber eine charakteristische Eigenthümlichkeit in der Form des weibl. Schädels. Arch. f. Anthr. I. 1866.

[2]) MANTEGAZZA, P., Dei caratteri sessuali del cranio umano. Arch. per l'Antrop. II. 1872.

[3]) SCHAAFFHAUSEN (Zwei seltene Schädelformen), Sitz. d. Niederrhein. Ge-

Die Nasenkinnlinie zeigt im allgemeinen bei beiden Geschlechtern ein ähnliches Verhalten, wie das Profil des Alveolarfortsatzes.

XIX. Gesichtsform.

Gesichts-Ansicht:	♂	♀	Procentverhältniss. ♂	♀
Fünfeck	25	7	21,0	15,9
sehr breites Fünfeck	7	—	5,9	—
breites Fünfeck	63	17	52,9	38,6
schmales (hohes) Fünfeck	11	3	9,2	6,8
Viereck (breit)	3	—	2,5	—
Längsoval	7	12	5,9	27,3
breites Längsoval	1	1	0,8	2,3
schmales Längsoval	—	2	—	4,5
Queroval	2	2	1,7	4,5
	119	44	99,9	99,9

Sucht man sich über die Gesichtsform eines Schädels durch die Betrachtung en face zu orientiren, so wird das Urtheil oder vielmehr der übliche Vergleich mit geometrischen Figuren, abgesehen von der Höhe und Breite des Gesichtskelets im allgemeinen, hauptsächlich durch die Entwicklung der Wangenbeinhöcker, die Form der Unterkieferwinkel, deren unterer Rand bald glatt und gerade, bald stark gewulstet und nach aussen gebogen ist, und durch die Gestalt des Kinns geleitet. Die extrem-breiten Formen, das „sehr breite Fünfeck" und das „breite Viereck", die durch grosse, schwere Unterkiefer bedingt sind, finden sich bei den Weibern nicht. Dagegen scheint bei denselben eine bestimmte Neigung zu schmälerem und dadurch länger erscheinendem Gesicht zu bestehen. Wenn ECKER [1]) sagt: „Das Gesichtsoval des Weibes erscheint kürzer, runder, mehr kindlich," so ist dem gegenüber nur darauf hinzuweisen, dass die Unterkieferwinkelbreite (die Entfernung beider Unterkieferwinkel von einander) im Verhältniss zur Gesichtshöhe beim Weib kleiner als beim Mann ist. Bei der Wichtigkeit dieses Maasses für die Formbezeichnung des Schädels ist das Vorkommen „schmälerer" Formen hinlänglich erklärt.

sellschaft für Natur- und Heilkunde zu Bonn. 5. Febr. 1872. Correspondenzblatt 1872 Nr. 6 p. 44.

[1]) ECKER, A., Ueber eine charakterist. Eigent. d. weibl. Schädels. Arch. f. Anthr. I. 1866.

XX. Stirnhöhe.

Stirn:	♂	♀	Procentverhältniss. ♂	♀
sehr hoch	3	2	2,4	4,4
hoch	47	13	38,2	28,9
mittelhoch	64	25	52,0	55,6
niedrig	9	5	7,3	11,1
sehr niedrig	—	—	—	—
	123	45	99,9	100,0

Ein Geschlechtsunterschied in der Stirnhöhe ist aus der Tabelle nicht zu erkennen.

XXI. Augenhöhlen.

Grösse der Augenhöhlenöffnung:	♂	♀	Procentverhältniss. ♂	♀
sehr gross	1	1	0,8	2,2
gross	52	17	41,9	37,8
mittelgross	51	19	41,1	42,2
klein	19	8	15,8	17,8
sehr klein	1	—	0,8	—
	124	45	99,9	100,0

Bei den verschiedenen Autoren finden sich über die Grösse des Augenhöhleneinganges beim Weib einander widersprechende Angaben. WELCKER,[1]) WEISBACH,[2]) ECKER[3]) u. a. schreiben ihm bedeutendere, MANTEGAZZA[4]) und RANKE[5]) geringere Grösse zu. Die Unsicherheit der Untersuchungsresultate wird dadurch wieder deutlich illustrirt.

Beim kleinen Kind findet man ein auffallendes Ueberwiegen der oberen Gesichtshälfte, das dadurch bedingt ist, dass einerseits die Augen mit ihren Annexen bereits eine bedeutende Entwicklung besitzen,

---

[1]) WELCKER, H., Untersuchungen über Wachsthum und Bau des menschlichen Schädels. 1862.

[2]) WEISBACH, A., Beiträge zur Kenntniss der Schädelformen österr. Völker. Med. Jahrb. d. österr. Staat. XX. 1864.

Der deutsche Weiberschädel. Arch. f. Anthrop. Bd. III. 1868.

[3]) ECKER, A., Ueber eine charakteristische Eigenthümlichkeit in der Form des weiblichen Schädels. Arch. f. Anthr. I. 1866.

[4]) MANTEGAZZA, P., Dei caratteri sessuali del cranio umano. Arch. per l'Anthropol. II. 1872.

[5]) RANKE, J., Beiträge zur physischen Anthropologie der Bayern. 1883.

andrerseits aber der Unterkiefer sehr klein ist. Beim Weib bleibt der Unterkiefer überhaupt relativ klein; das ganze Gesicht erscheint dadurch kleiner und das Auge nimmt einen relativ grösseren Teil des Gesichtes, die Augenhöhlenöffnung, wie schon HUSCHKE[1]) bemerkte, einen grösseren Teil des Gesichtskeletes ein.

Grösse und Form der Augenhöhlenöffnung:	♂	♀	Procentverhältniss. ♂	♀
sehr gross, gross, mittelgross und viereckig	7	1	5,6	2,2
abgerundet viereckig	78	22	62,9	48,9
rundlich	5	4	4,0	8,9
oval	14	11	11,3	24,4
klein, sehr klein und viereckig	5	—	4,0	—
abgerundet viereckig	12	6	9,7	13,3
rund	1	—	0,8	—
oval	2	1	1,6	2,2
	124	45	99,9	99,9

Auf die Gestalt des Augenhöhleneingangs sollte das Geschlecht auch nicht ohne Einfluss sein. Hier zeigen von 45 Weiberschädeln 12 (11 gross-oval, 1 klein-oval) die nach WEISBACH[2]) für sie charakteristische ovale Form des Orbitaleingangs, die sich aber auch bei 16 (14 gross-oval, 2 klein-oval) unter 124 Männerschädeln fand.

äusserer oberer Orbitalrand:	♂	♀	Procentverhältniss. ♂	♀
sehr breit	16	—	12,9	—
breit	63	6	55,6	13,3
mittelbreit (rundlich)	8	1	6,4	2,2
schmal (sehr schmal)	19	17	15,3	37,8
zugeschärft	12	21	9,7	46,7
	124	45	99,9	100,0

Das Verhalten des oberen äusseren Randes des Augenhöhleneingangs gilt seit BROCA[3]) als ein Geschlechtscharakteristicum ersten Ranges. Die Tabelle bestädigt seine Bedeutung: $^{38}/_{45} = 84,4\%$ der Weiber, $^{31}/_{124} = 25,0\%$ der Männer zeigen einen mehr oder weniger schmalen oberen äusseren Orbitalrand. Immerhin handelt es sich auch hier nur um relative Unterschiede zwischen beiden Geschlechtern.

[1]) HUSCHKE, Schädel, Hirn und Seele. 1854.

[2]) WEISBACH, A., Beiträge zur Kenntniss der Schädelformen österr. Völker Med. Jahrb. d. österr. Staat. XX. 1864.

[3]) BROCA, P., Instructions craniologiques et craniométriques. Mém. de la soc. d'Anthrop. de Paris. T. II. 2 Sér. 1875.

Grösse und Form der Augenhöhlenöffnung, Breite des äusser. ober. Orbitalrandes:	♂	♀	Procentverhältniss. ♂	♀
gross, rundlich, schmal, oval zugeschärft	8	10	38,1	90,9
klein, rundlich, breit abger. viereckig	13	1	61,9	9,1
	21	11	100,0	100,0

Der Augenhöhleneingang des Weibes wird beschrieben als: gross, oval, mit zugeschärftem oberen, äusserem Rande. Unter 45 Weiberschädeln fanden sich in 10 Fällen diese Merkmale vereinigt [22,2%].

XXII. Neigung des äusseren unteren Augenhöhlenwinkels nach abwärts.

Neigung des äusseren unteren Augenhöhlenwinkels nach abwärts:	♂	♀	Procentverhältniss. ♂	♀
sehr stark	4	1	3,2	2,2
stark	26	14	21,0	31,1
mittelstark	5	2	4,0	4,4
mässig.	27	11	21,8	24,4
wenig	44	13	35,5	28,9
gar nicht	18	4	14,5	8,9
	124	45	100,0	99,9

SCHAAFFHAUSEN [1]) hat wiederholt darauf aufmerksam gemacht, dass der äussere untere Winkel des Orbitaleingangs bei Weibern mehr oder weniger stark herabgezogen erscheine. Aus der vorstehenden Tabelle kann man nur schliessen, dass hierin wohl kaum ein Geschlechtsunterschied zu suchen sein dürfte.

XXIII. Winkel beider Orbitalachsen mit der Medianebene.

Neigung der Achsen:	♂	♀	Procentverhältniss. ♂	♀
sehr stark	2	—	1,6	—
stark	37	4	29,8	8,9
mittelstark	12	4	9,7	8,9
mässig	63	24	50,8	53,3
wenig	10	11	8,1	24,4
null [= R mit Medianebene]	—	2	—	4,4
	124	45	100,0	99,9

---

[1]) SCHAAFFHAUSEN, Rede auf der XI. Versammlung in Berlin 1880. Correspondenzblatt 1880. p. 60.
Ueber die heutige Schädellehre. XX. Vers. in Wien 1889. Corresp.-Bl. 1889. p. 165.

Die Achsen der Augenhöhleneingänge bilden am Weiberschädel, nach Mittheilungen RANKE'S,[1]) eher mit der Medianebene einen rechten Winkel als am Männerschädel, d. h. die Querdurchmesser der Orbitaleingänge verlaufen bei letzterem stärker nach aussen geneigt. In der That ist ein gewisser Einfluss des Geschlechtes unverkennbar.

XXIV. Jochbogen.

Entwicklung des Jochbogens:	♂	♀	Procentverhältniss. ♂	♀
massiv	109	19	87,9	42,2
mässig massiv	6	4	4,8	8,9
wenig massiv	2	6	1,6	13,3
zierlich	7	16	5,6	35,6
	124	45	99,9	100,0

Aus der Uebersicht ergiebt sich nicht so sehr die Neigung der Weiber zu schwächerer Entwicklung des Jochbogens, als die im allgemeinen kräftigere Ausbildung desselben bei den Männern.

Wölbung des Jochbogens:	♂	♀	Procentverhältniss. ♂	♀
abstehend	61	13	49,2	28,9
mässig abstehend	27	8	21,8	17,8
wenig abstehend	11	5	8,9	11,1
anliegend	25	19	20,1	42,2
	124	45	100,0	100,0

Die Betrachtung eines Raubthierschädels zeigt ohne weiteres, dass die Krümmung des Jochbogens hauptsächlich von der Entwicklung des M. temporalis abhängig ist. Die geringere Grösse des weiblichen Unterkiefers wird vermuthlich eine geringere Stärke des Schläfenmuskels erfordern. Man kann darum wohl beim Weib einen weniger abstehenden Jochbogen zu finden erwarten. Die Untersuchung liefert aber kein besonderes klares Resultat.

Ansatz des M. masseter am Jochbogen:	♂	♀	Procentverhältniss. ♂	♀
breit (gross)	83	12	66,9	26,7
mittelbreit	—	1	—	2,2
mässig breit	23	15	18,5	33,3
schmal	18	17	14,5	37,8
	124	45	99,9	100,0

[1]) RANKE, J., Beiträge zur physischen Anthropologie der Bayern. 1883.

Ansatz des M. masseter am Jochbogen:	♂	♀	Procentverhältniss. ♂	♀
sehr höckerig	27	3	21,7	6,7
höckerig	83	25	66,9	55,6
mässig höckerig	8	11	6,4	24,4
wenig höckerig	5	4	4,0	8,9
fast ohne Höcker	1	—	0,8	—
scharfkantig (zugeschärft)	—	2	—	4.4
	124	45	99,9	100,0

Der M. masseter inserirt so verschieden, bald direct auf dem unteren Rand, bald mehr an der Innenseite des Jochbogens, dass sein Ansatzpunkt wohl nie als ein brauchbares Merkmal für die Geschlechtsbestimmung angesehen werden kann, wenn auch, besonders in der Breite der Insertion, gewisse Unterschiede in den Tabellen hervortreten.

XXV. Scheitelansicht.

Form de Schädels in der Scheitelansicht:	♂	♀	Procentverhältniss. ♂	♀
sehr breites Oval	21	7	17,1	15,6
breites Oval	50	17	40,6	37,8
mittelbreites Oval	15	3	12,2	6,6
schmales Oval	35	18	28,5	40,0
sehr schmales Oval	2	—	1,6	—
	123	45	100,0	100,0

WEISBACH[1]) beschreibt die Scheitelansicht des Weiberschädels als ein Breitoval mit weit nach hinten liegender grösster Breite.

Die Uebersicht gestattet keinerlei Schlüsse in Bezug auf Geschlechtsunterschiede. Bemerkenswerth ist höchstens, dass die 5 asiatischen Weiberschädel sämmtlich unter die Rubrik „schmales Oval“ fallen.

[1]) WEISBACH, A., Beiträge zur Kenntniss der Schädelformen österr. Völker. Med. Jahrb. d. österr. Staates. XX. 1864.

Uebersicht über die Verschmälerung des Schädels nach vorn:	♂	♀	Procentverhältniss. ♂	♀
breites Oval: nach vorn nicht verschmälert	1	—	0,8	—
„ „ kaum „	18	4	14,7	8,9
„ „ wenig „	10	2	8,1	4,4
„ „ mässig „	38	16	30,9	35,6
„ „ stark „	17	5	13,9	11,1
„ „ sehr stark „	2	2	1,6	4,4
schmales Oval: „ „ nicht „	3	1	2,4	2,2
„ „ kaum „	12	3	9,8	6,7
„ „ wenig „	10	1	8,1	2,2
„ „ mässig „	9	7	7,8	15,6
„ „ stark „	2	4	1,6	8,9
„ „ sehr stark „	1	—	0,8	—
	123	45	100,0	100,0

Eine rasche Verschmälerung nach vorn, die bereits ACKERMANN[1]) und später WEISBACH[2]) als charakteristisch für die weibliche Form erwähnte, dürfte nach der vorliegenden Untersuchung kaum als Geschlechtseigenthümlichkeit anzusprechen sein.

Einziehung der Schläfengegend:	♂	♀
breites Oval, an Schläfen eingezogen . .	5	3
schmales Oval, an Schläfen eingezogen . .	4	8
	9	11

Bei den Weibern ist im ganzen etwas öfter eine Einziehung in der Schläfengegend zu beobachten.

XXVI. Tubera parietalia.

Entwicklung der Scheitelhöcker:	♂	♀	Procentverhältniss. ♂	♀
sehr stark	5	6	4,1	13,3
stark	12	7	9,7	15,6
mittelstark	28	10	22,8	22,2
mässig	20	10	16,2	22,2
wenig (gering)	37	7	30,1	15,6
fehlend	21	5	17,1	11,1
	123	45	100,0	100,0

[1]) ACKERMANN, De discrimine sexuum 1788.
[2]) WEISBACH, Der deutsche Weiberschädel. Arch. f. Anthr. III. 1868.

Die Tubera parietalia, die den Stirnhöckern in Genese und Entwicklung ähnlich sind, behalten wie diese beim Weib eine relativ etwas bedeutendere Grösse.

XXVII. Hinterhauptansicht.

Gestalt des Hinterhaupts in der Hinterhauptsansicht.	♂	♀	Procentverhältniss. ♂	♀
Fünfeck: unten verbreitert	6	3	4,9	6,7
„ nicht verschmälert . .	24	3	19,5	6,7
„ kaum verschmälert . .	20	5	16,8	11,1
„ mässig verschmälert . .	19	8	15,4	17,8
„ stark verschmälert . .	13	5	10,6	11,1
„ sehr stark verschmälert	—	5	—	11,1
Viereck: unten wenig verschmälert . .	1	—	0,8	—
„ mässig verschmälert . .	4	—	3,8	—
„ stark verschmälert . .	1	2	0,8	4,4
Queroval: unten nicht verschmälert . .	2	—	1,6	—
„ wenig verschmälert . .	8	3	6,5	6,7
„ mässig verschmälert .	—	—	—	—
„ stark verschmälert . .	5	2	4,1	4,4
Kreisförmig: unten nicht verschmälert .	2	—	1,6	—
„ wenig verschmälert	10	3	8,1	6,7
„ stark verschmälert	5	6	4,1	13,8
Längsoval: unten nicht verschmälert .	2	—	1,6	—
Birnförmig	1	—	0,8	—
	123	45	100,0	100,0

Eine ganze Reihe geburtshülflicher Operationen beruht auf der Erfahrung, dass der nachfolgende Kopf leichter eine Enge passirt als der vorangehende, eine Thatsache, die sich dadurch erklärt, dass der Kopf eines Neugeborenen (und auch eines etwas älteren Kindes) an der Basis beträchtlich schmäler ist als oben. Die Hinterhauptsansicht giebt den besten Ueberblick über das Verhalten des Schädeldaches zur Basis. Bei der Untersuchung ergab sich für die Weiber eine deutliche Neigung zu relativ schmaler Basis. WEISBACH hatte bereits darauf hingewiesen, dass die Hinterhauptsansicht beim weiblichen Geschlecht ein Queroval darstellt, das oben breiter als unten ist.[1]) Die Form, ob Queroval, Längsoval, Fünfeck, oder Kreis, ist von Nebenumständen abhängig und jedenfalls gleichgiltig.

Immerhin ist höchst interessant, dass auch in diesem Punkte eine gewisse Aehnlichkeit zwischen dem kindlichen und dem weiblichen Schädel besteht, freilich ebenso inconstant wie anderwärts.

[1]) WEISBACH, A., Beiträge zur Kenntniss der Schädelformen österr. Völker. Med. Jahrb. d. österr. Staates. Bd. XX. 1864.

XXVIII. Gestalt des Scheitels.

Form des Scheitels in der Hinterhauptsansicht:	♂	♀	Procentverhältniss. ♂	Procentverhältniss. ♀
hochgewölbt	8	5	6,5	11,1
dachförmig gewölbt .	14	1	11,4	2,2
gewölbt	71	30	57,7	66,7
flach gewölbt	28	9	22,8	20,0
sehr flach gewölbt . .	2	—	1,6	—
	123	45	100,0	100,0

Die Gestalt des Scheitels in der Hinterhauptsansicht ist ausserordentlich verschieden und wird für die Geschlechtsbestimmung kaum irgend etwas leisten.

XXIX. Schädelbasis — Profil.

Profil der Schädelbasis in der Hinterhauptsansicht:	♂	♀	Procentverhältniss. ♂	Procentverhältniss. ♀
stark vorgewölbt (nach unten)	7	3	5,6	6,7
vorgewölbt	32	21	25,8	46,7
mässig vorgewölbt	7	2	5,6	4,4
wenig vorgewölbt	26	9	21,0	20,0
fast geradlinig	27	7	21,8	15,6
geradlinig	9	2	7,3	4,4
(concav) eingezogen	16	1	12,9	2,2
	124	45	100,0	100,0

Die Tabelle dürfte nicht zu besonderen Schlüssen berechtigen.

XXX. Gegend des Foramen occip. magnum.

Gegend des For. occ. mgn. in der Hinterhauptsansicht:	♂	♀	Procentverhältniss. ♂	Procentverhältniss. ♀
stark vorgewölbt	38	9	30,6	20,0
vorgewölbt	23	9	18,5	20,0
mässig vorgewölbt	5	5	4,0	11,1
wenig (leicht) vorgewölbt	52	20	41,9	44,4
fast geradlinig	3	1	2,4	2,2
eingezogen	3	1	2,4	2,2
	124	45	99,8	99,9

Besondere Unterschiede zwischen Männer- und Weiber-Schädeln bestehen hier nicht.

XXXI. Foramen occipitale magnum.

Grösse:	♂	♀	Procentverhältniss. ♂	♀
sehr gross	24	2	19,8	4,4
gross	39	12	31,4	26,7
mittelgross	51	20	41,1	44,4
klein	9	11	7,3	24,4
sehr klein	1	—	0,8	—
	124	45	99,9	99,9

Aus der Tabelle geht wohl hervor, dass die Weiber im allgemeinen ein kleineres Hinterhauptsloch besitzen.

Form:	♂	♀	Procentverhältniss. ♂	♀
rundlich	31	14	25,0	31,8
länglich rund	83	29	66,9	65,9
abgerundet und viereckig	10	1	8,1	2,8
	124	44	100,0	100,0

Die Gestalt des Foramen occipitale magnum ist dagegen bei beiden Geschlechtern kaum verschieden.

XXXII. Hinterhaupts-Condylen.

Grösse:	♂	♀	Procentverhältniss. ♂	♀
sehr gross	16	2	12,9	4,4
gross	72	22	58,0	48,9
mittelgross	26	16	21,0	35,6
klein	10	5	8,1	11,1
	124	45	100,0	100,0

Prominenz:	♂	♀	Procentverhältniss. ♂	♀
stark prominent	29	4	23,4	8,9
prominent	43	19	34,7	42,2
mässig prominent	38	11	30,6	24,4
wenig prominent	10	8	8,1	17,8
niedrig (sehr niedrig)	4	3	3,2	6,7
	124	45	100,0	100,0

Krümmung der Gelenkflächen:	♂	♀	Procentverhältniss. ♂	♀
stark gekrümmt	61	20	49,2	44,4
mässig gekrümmt	28	7	22,6	15,6
wenig gekrümmt	12	13	9,7	28,9
flach	23	5	18,5	11,1
	124	45	100,0	100,0

In der ersten Uebersicht spricht sich nur wieder die Neigung der Weiber zu geringeren Werthen aus. Jedenfalls hat ober BROCA recht, wenn er meint: „Il ne faut accordir à ce caractère qu'une valeur secondaire.“ [1])

Die beiden anderen Tabellen ergeben kein Resultat.

XXXIII. Incisura mastoidea.

Tiefe:	♂	♀	Procentverhältniss. ♂	♀
sehr tief	34	4	31,2	9,8
tief	49	13	44,9	31,7
mässig (wenig) tief	17	15	15,6	36,8
flach	6	8	5,5	19,5
kaum angedeutet	1	1	0,9	2,4
fehlend	2	—	1,8	—
	109	41	99,9	100,0

Mit Abflachung der Incisura mastoidea nimmt die Zahl der Männer ab, die der Weiber zu.

Breite:	♂	♀	Procentverhältniss. ♂	♀
sehr breit	5	1	4,8	2,8
breit	24	11	23,1	30,5
mässig breit	30	11	28,8	30,5
wenig breit	6	3	5,8	8,3
schmal	35	10	33,6	27,8
sehr schmal	4	—	3,8	—
	104	36	99,9	99,9

Die Breite der Incisur lässt sich in vielen Fällen schlecht beurtheilen. Offenbar wird sie aber vom Geschlecht nicht beeinflusst.

[1]) BROCA, P., Instructions craniologiques et craniométriques. Mém. d. l. soc. d'Anthr. d. Paris. II. 1875.

Mehrfach bestand bedeutende Assymmetrie in der Ausbildung der Furche.

XXXIV. Processus styloides.

Entwicklung des Processus styloides.	♂	♀	Procentverhältniss. ♂	♀
sehr kräftig	39	6	32,5	15,4
kräftig	40	10	33,8	25,6
mittelkräftig	12	7	10,0	17,9
mässig (wenig) kräftig	2	3	1,7	7,7
dünn	7	5	5,8	12,8
sehr dünn	1	3	0,8	7,7
fehlend	19	5	15,8	12,8
	120	39	99,9	99,9

Die Grösse der Process. styloides ist im allgemeinen von der Entwicklung des Kehlkopfes abhängig, dessen Volumen bekanntlich bei beiden Geschlechtern sehr verschieden ist. Die Länge der Griffelfortsätze bietet wenig Interesse; wenn sie auch bei den Männern im Durchschnitt etwas grösser ist, so kann sie besonders im Alter doch auch noch bei Frauen durch Verknöcherung des Ligamentum stylohyoideum bedeutend zunehmen. Wichtig ist vielmehr die Dicke des Fortsatzes, und zwar in der Nähe seiner Basis. Broca[1]) sagt: „La largeur de cette base peut toujours être constatée et fournit un caractère sexuel d'une valeur sérieuse, car elle est généralement beaucoup plus petite chez la femme que chez l'homme.“ In der vorstehenden Tabelle offenbart sich deutlich eine gewisse Ueberlegenheit der Männer.

Bei einer grösseren Zahl von Schädeln waren die Proc. styloid. mit ihrer Basis so herausgebrochen, dass eine Beurtheilung ihrer Stärke unmöglich war.

XXXV. Alveolarfortsatz des Oberkiefers.

Höhe.	♂	♀	Procentverhältniss. ♂	♀
sehr hoch	45	8	36,6	19,0
hoch	38	12	30,9	28,6
mittelhoch	26	12	21,1	28,6
mässig hoch	—	1	—	2,4
niedrig	13	9	10,6	21,4
sehr niedrig	1	—	0,8	—
	123	42	100,0	100,0

[1]) Broca, P., Instructions craniologiques et craniométriques. Mém. d. l. soc. d'Anthr. de Paris. II. 1875.

Eine Neigung der Weiber zu geringerer Höhe des Alveolarfortsatzes des Oberkiefers war nach früheren Angaben zu erwarten und ist auch in der Uebersicht nicht zu verkennen. Doch ist diesem Verhältniss keineswegs viel Werth zuzumessen.

XXXVI. Juga alveolaria.

Form:	♂	♀	Procentverhältniss. ♂	Procentverhältniss. ♀
sehr stark vorgewölbt	3	2	2,5	5,1
stark "	51	10	42,8	25,6
mittelstark "	35	14	29,4	35,9
mässig "	30	13	25,2	33,8
	119	39	99,9	99,9

Beim Mann findet man etwas kräftigere Juga alveolaria.

XXXVII. Juga der Eckzähne.

Form:	♂	♀	Procentverhältniss. ♂	Procentverhältniss. ♀
sehr stark entwickelt	49	12	52,1	34,8
stark "	42	19	44,6	54,1
mittelstark "	2	3	2,1	8,6
mässig stark "	1	1	1,1	2,9
	94	35	99,9	99,9

Länge der Juga alveolaria.	♂	♀	Procentverhältniss. ♂	Procentverhältniss. ♀
sehr hoch	44	7	38,9	18,9
hoch	67	29	59,2	78,4
mittelhoch	—	—	—	—
mässig hoch	2	1	1,8	2,7
	113	37	99,9	100,0

Die alte Angabe Ackermann's [1]), dass die Weiber Eckzähne besässen, die dem Alveolarfortsatz weniger hoch eingepflanzt seien, findet in der Tabelle einige Bestätigung.

---

[1]) Ackermann, De discrimine sexuum 1788.

XXXVIII. Unterer Oberkieferrand.

Breite.	♂	♀	Procentverhältniss. ♂	♀
sehr breit	26	2	23,0	4,5
breit	59	24	52,2	54,5
mittelbreit	12	4	10,6	9,1
mässigbreit	3	3	2,7	6,8
schmal	13	11	11,5	25,0
	123	44	100,0	99,9

Der untere Oberkieferrand ist bei den Männerschädeln etwas breiter.

XXXIX. Form des Zahnbogens.

Form:	♂	♀	Procentverhältniss. ♂	♀
rundlich.	101	17	82,1	37,8
abgerundet viereckig .	3	5	2,4	11,1
elliptisch (zugeschärft)	19	23	15,4	51,1
	123	45	99,9	100,0

Schon ACKERMANN [1]) und SOEMMERING [2]) behaupteten, dass die oberen und unteren Zahnfächer beim Weib mehr elliptisch in die Kiefer eingelassen wären, und SCHAAFFHAUSEN [3]) fand in neuerer Zeit einen etwas zugespitzten Zahnbogen bei ihm. Es ist immerhin bemerkenswerth, dass unter 45 Weibern 23, unter 123 Männern 19 einen elliptischen Zahnbogen am Oberkiefer aufwiesen.

XXXX. Zähne.

Grösse:	♂	♀	Procentverhältniss. ♂	♀
sehr gross	1	—	0,8	—
gross	49	2	41,5	5,7
mittelgross	59	24	50,0	68,6
klein	9	9	7,6	25,7
sehr klein	—	—	—	—
	118	35	99,9	100,0

[1]) ACKERMANN, De discrimine sexuum 1788.

[2]) SOEMMERING, S. TH., Vom Bau des menschlichen Körpers. 1791—1796. Bd. I.

[3]) SCHAAFFHAUSEN, Ueber die heutige Schädellehre. 20. Vers. in Wien 1889.

Die Tabelle beweist das Vorhandensein durchschnittlich kleinerer Zähne beim Weib.

XXXXI. Fossa canina.

Tiefe:	♂	♀	Procentverhältniss. ♂	♀
sehr tief	24	5	19,8	11,1
tief	39	15	31,4	33,8
mässig tief	33	11	26,6	24,4
wenig tief	19	4	15,3	8,9
flach	9	10	7,8	22,2
	124	45	99,9	99,9

In der Literatur finden sich die widersprechendsten Angaben über das Verhalten der Fossa canina bei beiden Geschlechtern.

Die Uebersicht ergiebt ein gänzlich negatives Resultat.

XXXXII. Unterkiefer.

Grösse:	♂	♀	Procentverhältniss. ♂	♀
sehr gross	2	—	1,7	—
gross	75	3	62,5	6,8
mittelgross	35	20	29,1	45,4
klein	8	18	6,7	40,9
sehr klein	—	3	—	6,8
	120	44	100,0	99,9

Bereits HUSCHKE,[1] später auch WELCKER,[2] WEISBACH,[3] ECKER[4] und BROCA[5] haben darauf hingewiesen, dass in der Unterkiefergrösse beträchtliche Unterschiede zwischen Mann und Weib bestehen. In der Tabelle spricht sich das sehr deutlich aus. Auch hier handelt es sich wieder um eine Aehnlichkeit des Weibes mit dem Kind.

---

[1]) HUSCHKE, Schädel, Hirn und Seele. 1854.

[2]) WELCKER, H., Untersuchungen über Wachsthum und Bau des menschlichen Schädels. 1862.

[3]) WEISBACH, A., Beiträge zur Kenntniss der Schädelformen österr. Völker. Med. Jahrb. d. österr. Staates. XX. 1864.

[4]) ECKER, A., Ueber eine charakteristische Eigenthümlichkeit in der Form des weiblichen Schädels. Arch. f. Anthr. I. 1866.

[5]) BROCA, P., Instructions craniologiques et craniométriques. Mém. d. l. soc. d'Anthr. de Paris. II. 1875.

XXXXIII. Knochenleisten am Unterkiefer.

Entwicklung der Knochenleisten:	♂	♀	Procentverhältniss. ♂	♀
sehr kräftig	10	—	8,3	—
kräftig	49	8	40,8	18,2
mittelkräftig	44	15	36,7	34,1
mässig kräftig	12	11	10,0	25,0
wenig kräftig	5	10	4,2	22,7
	120	44	100,0	100,0

Beim Weib ist zweifellos eine geringere Entwicklung der Knochenleisten am Unterkiefer vorhanden.

XXXXIV. Kinnprotuberanz.

Entwicklung der Kinnprotuberanz:	♂	♀	Procentverhältniss. ♂	♀
sehr kräftig	17	1	14,2	2,3
kräftig	68	23	56,6	52,3
mittelkräftig	32	11	26,7	25,0
mässig kräftig	3	7	2,5	15,9
wenig kräftig	—	2	—	4,5
	120	44	100,0	100,0

Die Männer haben eine etwas kräftiger ausgebildete Kinnprotuberanz.

Schliesslich ist es vielleicht immerhin erwähnenswert, dass unter der Gesammtzahl der Schädel bei 5 Männern (4%) und 5 Weibern (11%) Stirnnähte bestanden.

Das Ergebniss der ganzen Untersuchung lässt sich in die Worte MANTEGAZZA's [1]) kurz zusammenfassen: „Non si conosce ancora un solo carattere che constantemente affermi il sesso del cranio umano.“ Es beruht die Unterscheidung männlicher und weiblicher Schädel nicht auf absoluten Charakteren. Ueberall handelt es sich nur um graduelle Unterschiede zwischen beiden Geschlechtern. Man ist darum bei der Geschlechtsbestimmung stets auf eine Berücksichtigung der Gesammtheit der Merkmale angewiesen. BROCA bemerkt sehr richtig in seinen

[1]) MANTEGAZZA, P., Dei caratteri sessuali del cranio umano. Arch. per l'Anthrop. II. 1872.

Instructions craniologiques et craniométriques:[1]) „Ces divers caractères ne valent que par leur ensemble, car chacun d'eux et même plusieurs d'entre eux peuvent présenter chez certaines femmes plus de développement que chez certains hommes." Schädel, die alle Merkmale ihres Geschlechtes deutlich ausgesprochen in sich vereinigen, sind gewiss eine grosse Seltenheit. Bei der vorliegenden Untersuchung fanden sich die Geschlechtskennzeichen bei sehr wenig Schädeln (z. B. ♂ Nr. 7 und Nr. 30, ♀ Nr. 37) auch nur annähernd vollständig. Die Geschlechtsbestimmung ist natürlich im einzelnen Falle um so leichter und sicherer, je zahlreicher männliche oder weibliche Charaktere vorhanden und je besser sie markirt sind. Die grössten Schwierigkeiten erwachsen dem Urtheil aber dann, wenn man an demselben Schädel Kennzeichen beider Geschlechter vereinigt findet. Unter diesen Umständen bleibt dem Beobachter kein anderer Ausweg als der Versuch einer Abschätzung der Wichtigkeit der einzelnen Kennzeichen unter einander. Verschiedene Autoren haben sich bemüht, für diesen Fall brauchbare Anhaltspunkte zu geben. BROCA bezeichnete in seinen Instructions craniologiques et craniométriques folgende Merkmale als die wichtigsten: Le volume de la glabelle, la forme de la courbe frontale et de la saillie du front, le degré de minceur ou d'épaisseur de la partie externe de l'arcade sourcilière, le volume de l'inion et l'état de la ligne occipitale; er meint: „Lorsque ces quatres caractères déposent dans le même sens, le diagnostic ne laisse presque aucun doute, quand même les autres caractères ne seraient pas d'accord avec eux." MANTEGAZZA[2]) legte den grössten Werth auf die starke Entwicklung der Arcus superciliares beim Mann, und die Kleinheit und geringe Höhe des Schädels und die schwächere Entwicklung der Muskelvorsprünge, hauptsächlich der Hinterhauptslinie, beim Weib. Selbst wenn man alle diese Angaben berücksichtigt, ist nach den bei unserer Untersuchung gemachten Erfahrungen in manchen Fällen eine sichere Entscheidung nicht möglich. Denn einerseits giebt es Männer- und Weiber-Schädel, die durchaus die Kennzeichen des anderen Geschlechtes tragen, während sich andrerseits unter einer Reihe von Schädeln stets auch solche finden, die weder männliche noch weibliche Charaktere deutlich zeigen, sondern überall einen mittleren Entwicklungsgrad aufweisen, der die Diagnose einfach unmöglich macht. Eine Liste der falsch bestimmten Schädel mit Angabe der Fehlerquelle soll diese Verhältnisse noch weiter erläutern.

---

[1]) Mém. de la soc. d'anthropol. de Paris. T. II. 2 Sér. 1875.

[2]) MANTEGAZZA, P., Dei caratteri sessuali del cranio umano. Arch. per l'Anthrop. II. 1872.

Laufende Nummer.	Nummer d. Sammlung.	Geschlecht.	
6	396	♂	Mittelwerthe.
19	85	♀	Männliche Form.
36	86	♀	Mischform, viele Mittelwerthe.
48	50	♂	Mischform, viele Mittelwerthe.
51	65	♀	Männliche Form.
53	64	♀	Ausgesprochenste Mischform.
59	53	♂	Weibliche Form.
70	S. 22	♂	Weibliche Form (Mittelwerthe).
82	357	♀	Männliche Form.
104	105	♂	Ausgesprochen weibliche Form.
111	Pr. 5	♀	Männliche Form.
130	30	♂	Mischform.
146	S. 16	♂	Ausgesprochen weibliche Form.
154	S. 13	♂	Mischform, viel Mittelwerthe.
166	425	♂	Ausgesprochen weibliche Form.
169	428	♀	Männliche Form (Mittelwerthe).

SCHAAFFHAUSEN [1]) sagt: „Es bleibt allerdings in einzelnen Fällen die Entscheidung fraglich, ob wir einen männlichen oder einen weiblichen Schädel vor uns haben; aber wer viele Schädel in der Hand gehabt hat, erwirbt sich die Kenntniss, von den allermeisten Schädeln mit grosser Zuversicht das Geschlecht zu bestimmen. „Ich muss gestehen, dass ich selten in Verlegenheit komme, das Geschlecht unbekannter Schädel nicht mit hoher Wahrscheinlichkeit wenigstens bestimmen zu können.“ VIRCHOW [2]) hat einen ganz anderen Standpunkt, über den er sich auf der XX. Versammlung in Wien folgendermassen äusserte: „Ich gehöre zu den Craniologen, die, je älter sie werden, es für um so schwieriger halten, einen Schädel in Beziehung auf sein Geschlecht sicher zu beurtheilen, namentlich bei fremden Völkern. Ich weiss nicht, wie unter allen Umständen der Unterschied zwischen männlichem und weiblichem Geschlecht am Schädel zu demonstriren ist. Sowie wir zu neuen Rassen kommen, beginnt das Studium von Neuem. Für unsre Bevölkerung mögen die alten Regeln gelten, allein ich kann Dutzende von Fällen vorführen, in denen Schädel, die sicher weibliche waren, für männliche erklärt wurden.“ Man kann VIRCHOW's Ausführungen wohl nur zustimmen. Es wäre doch auch mindestens sehr bedenklich, wenn man bei einer Schädeluntersuchung sich stets daran erinnern müsste, dass der Weiber-

[1]) SCHAAFFHAUSEN, Rede auf der 8. Versammlung zu Constanz 1876. Correspondenzbl. 1876. p. 92.

[2]) VIRCHOW, R., Rede auf der 20. Versammlung in Wien 1889. Correspondenzbl. XX. 1889. p. 170.

schädel sich weit häufiger dem Männerschädel nähert, als dieser dem Weiberschädel.[1])

In Bezug auf die Geschlechtsmerkmale selbst ergiebt sich aus den Tabellen, dass nur ein kleiner Teil von ihnen wirklichen Werth und Anspruch auf Beachtung hat. Einigermassen deutliche Unterschiede zwischen Männer- und Weiberschädeln finden sich nur in wenigen Punkten; in erster Linie in der Grösse des Schädels und des Unterkiefers; ferner in der Entwicklung der Glabella, der Arcus superciliares, der Stirn- und Scheitel-Höcker, der Protuberantia occipitalis externa, der Linea nuchae, des Processus mastoides, des Processus styloides und der Knochenleisten am Unterkiefer; in der Stellung der Stirn und in der Art des Uebergangs von der Stirn zum Scheitel; in der Neigung der beiden Orbitalöffnungen gegen einander; in der Form des äusseren oberen Orbitalrandes und des Zahnbogens; in der Grösse der Zähne und in dem Verhältniss zwischen Basis und Dach des Hirnschädels (Verschmälerung nach abwärts). Eine besondere Anordnung dieser Kennzeichen ihrem Werthe nach dürfte sich als ebenso zwecklos wie schwierig erweisen.

Gegenüber diesen äusserlichen Geschlechtscharakteren, die man vielleicht als individuelle bezeichnen könnte, da sie im einzelnen Falle die Geschlechtsdiagnose ermöglichen, steht eine Anzahl anderer Merkmale — man könnte sie generelle nennen —, die wohl eine Reihe von Männerschädeln deutlich von einer Reihe von Frauenschädeln trennen, aber für die Geschlechtsbestimmung im Einzelfalle belanglos sind. Wir meinen die Schädelmaasse, deren Grösse, wenn man nach den Ergebnissen der äusseren Untersuchung urtheilen darf, sicher auch in gewisser Hinsicht vom Geschlecht beeinflusst wird. Aehnlich steht es mit den Capacitäts- und Gewichtsbestimmungen. Der Vollständigkeit wegen sollen auch sie einer genaueren Untersuchung unterworfen werden.

Schädel-Gewicht.

Mittelwerthe:	♂	♀	Procent-verhältniss.
1. Schädel aus dem Elsass	636,6	549,9	100,0 : 86,4
2. Schädel aus den übrigen deutschen Staaten . .	621,4	594	100,0 : 95,6
3. Schädel aus anderen europäischen Ländern . .	611,8	531,3	100,0 : 86,9
		Durchschnitt:	100,0 : 89,6
4. Schädel aus Asien	637,6	594,6	100,0 : 93,8
Durchschnitt:	626,7	567,5	100,00 : 90,55

[1]) **Mantegazza**, P., Dei caratteri sessuale del cranio umano. Arch. per l'Anthropol. II. 1872.

Bereits in WEISBACH's [1]) bahnbrechenden Arbeiten über den Weiberschädel aus den Jahren 1864 und 1868 findet sich die Angabe, dass weibliche Schädel ein geringeres Gewicht besitzen. In neuerer Zeit haben besonders MORSELLI [2]) und HUDLER [3]) dies durch umfassende Untersuchungen bestätigen können. Die kurze Uebersichtstabelle der Mittelwerthe, die sich bei den eigenen Wägungen ergaben, spricht im gleichen Sinn.

Unterkiefer-Gewicht.

	Europäer.					Asiaten.				
	♂	♀	Summa.	Proc.-Antheil. ♂	Proc.-Antheil. ♀	♂	♀	Summa.	Proc.-Antheil. ♂	Proc.-Antheil. ♀
31—40	1	5	6	0,93	12,82	—	—	—	—	—
41—50	4	8	12	3,74	20,51	—	—	—	—	—
51—60	8	6	14	7,48	15,38	—	—	—	—	—
61—70	18	11	29	16,82	28,21	1	1	2	7,69	20,00
71—80	20	6	26	18,69	15,38	2	2	4	15,38	40,00
81—90	26	3	29	24,30	7,69	5	—	5	38,46	—
91—100	19	—	19	17,76	—	4	1	5	30,77	20,00
101—110	7	—	7	6,54	—	1	1	2	7,69	20,00
111—120	3	—	3	2,80	—	—	—	—	—	—
121—130	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
131—140	1	—	1	0,93	—	—	—	—	—	—
	107	39	146	99,99	99,99	13	5	18	99,99	100,00

Mittelwerthe:	♂	♀	Procentverhältniss.
1. Schädel aus dem Elsass	77,8	58,5	100,0 : 75,2
2. Schädel aus anderen deutschen Staaten . . .	73,7	56,6	100,0 : 76,9
3. Schädel aus anderen europäischen Staaten . .	83,6	62,3	100,0 : 74,5
Durchschnitt:	78,4	59,1	100,0 : 75,5
4. Schädel aus Asien	86,0	83,8	100,0 : 97,44

Bei der verhältnissmässig so geringen Entwicklung des Unterkiefers beim Weibe (siehe Tabelle XXXXII) lässt sich ein geringeres Gewicht dieses Knochens von vornherein erwarten. BERTILLON [4]) machte

[1]) WEISBACH, A., Beiträge zur Kenntniss der Schädelformen österr. Völker. Med. Jahrb. d. österr. Staates. XX. 1864.

Der deutsche Weiberschädel. Arch. f. Anthropologie. III. 1868.

[2]) MORSELLI, Sul peso del cranio e della mandibola in rapporto col sesso. Arch. per l'Anthrop. V. 1875.

[3]) HUDLER, Ueber Capacität und Gewicht der Schädel in d. anat. Anstalt zu München. 1877.

[4]) BERTILLON, Sur la forme et la grandeur des crânes Néo-Caledoniens. Rev. d'Anthrop. I. 2. 1872.

zuerst darauf aufmerksam, dass zwischen dem Unterkiefergewicht beider Geschlechter ein solcher Unterschied bestehe, dass man daraus das Geschlecht bestimmen könne. MORSELLI [1]) kam zu demselben Schluss. In der That ist an keiner anderen Stelle der Unterschied zwischen Männern und Weibern so ausgesprochen, wie hier. Die Mittelwerthe der Unterkiefergewichte bei der Gesammtzahl der untersuchten Europäer-Schädel (♂ 78,4; ♀ 59,1) stehen in einem Verhältniss wie 100,0 : 75,5, während die Mittelwerthe des Schädelgewichtes sich wie 100,0 : 89,6 verhalten. Dass aber der diagnostische Werth dieser Eigenthümlichkeit der Weiberschädel ein besonders hoher sei, wird man nach Betrachtung der ersten Tabelle, die eine ganze Anzahl männlicher Unterkiefer mit kleinem Gewicht aufweist, kaum noch behaupten können, zumal wenn man bedenkt, dass Fehlen oder Vorhandensein der Zähne das Gewicht erheblich verändert. Sehr bemerkenswerth ist es, dass die asiatischen Schädel hier eine ganz isolirte Stellung einnehmen. Leider ist ihre Zahl so klein, dass sie kaum eine Schlussfolgerung gestatten dürfte.

Procentverhältniss zwischen dem Schädel- und dem Unterkiefer-Gewicht (Schädelgewicht = 100).

	Europäer.					Asiaten.				
	♂	♀	Summa.	Proc.-Antheil. ♂	Proc.-Antheil. ♀	♂	♀	Summa.	Proc.-Antheil. ♂	Proc.-Antheil. ♀
6,1—7,0	1	1	2	0,94	2,56	—	—	—	—	—
7,1—8,0	3	6	9	2,83	15,38	—	—	—	—	—
8,1—9,0	3	4	7	2,83	10,26	—	—	—	—	—
9,1—10,0	3	4	7	2,83	10'26	—	—	—	—	—
10,1—11,0	14	10	24	13,21	25,64	2	—	2	15,38	—
11,1—12,0	13	5	18	12,26	12,82	—	1	1	—	20,00
12,1—13,0	20	2	22	18,87	5,13	3	2	5	23,08	40,00
13,1—14,0	16	3	19	15,10	7,69	4	—	4	30,77	—
14,1—15,0	13	2	15	12,27	5,13	2	—	2	15,38	—
15,1—16,0	10	1	11	9,43	2,56	1	1	2	7,69	20,00
16,1—17,0	5	—	5	4,72	—	—	—	—	—	—
17,1—18,0	4	1	5	3,77	2,56	1	—	1	7,69	—
18,1—19,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
19,1—20,0	1	—	1	0,94	—	—	—	—	—	—
20,1—21,0	—	—	—	—	—	—	1	1	—	20,00
	106	39	145	100,00	100,00	13	5	18	99,99	100,00

[1]) MORSELLI, Sul peso del cranio e della mandibola in rapporto col sesso. Arch. per l'Anthrop. V. 1875.

Mittelwerthe:	♂	♀	Procent-verhältniss.
1. Schädel aus dem Elsass	12,28	10,68	100,00:87,34
2. Schädel aus anderen deutschen Staaten . . .	12,74	9,51	100,00:74,70
3. Schädel aus anderen europäischen Staaten . .	13,77	10,32	100,00:74,93
Durchschnitt:	12,91	10,17	100,00:78,78
4. Schädel aus Asien	13,36	14,52	100,00:108,68
Durchchnitt:			100,00:86,41

MORSELLI[1]) hat diesen Index, Unterkiefergewicht mal 100 durch Schädelgewicht, angegeben und die Mittelwerthe ♂ 13,7, ♀ 12,6 (= 1000 : 919) gefunden. Die Unterschiede zwischen beiden Geschlechtern sind auch hier nicht zu verkennen, aber sie treten schon weniger deutlich zu Tage. Das Verhalten der Asiaten ist hier noch auffälliger. Ein Singhalesenweib hat den grössten Index überhaupt.

Es ist nicht gut möglich, dem Gang der eigenen Untersuchungen weiterhin stricte zu folgen, ohne die Uebersichtlichkeit der Arbeit zu schädigen; vielmehr wird es nöthig sein, mehrfach Angaben und Uebersichten einzufügen, die sich auf Auszüge aus dem neuen Katalog der anthropologischen Sammlung des anatomischen Instituts der Universität Strassburg stützen, der in diesem Jahre erscheint. Der Verfasser desselben, Herr Dr. MEHNERT, Privatdocent und Assistent am anatomischen Institut, hatte die Liebenswürdigkeit, seine Tabellen schon vor der Veröffentlichung mir zur Benutzung zu überlassen.

So ist dem Katalog die Capacität*) der untersuchten Schädel (♂ 112, ♀ 42) entnommen. Die Messungen waren nach WELCKER'S Methode mit Erbsen ausgeführt.

Mittelwerthe:	♂	♀	Procent-verhältniss.
1. Schädel aus dem Elsass	1483,6	1299,2	
2. Schädel aus den anderen deutschen Staaten .	1483,2	1290,0	
3. Schädel aus anderen europäischen Staaten . .	1439,4	1205,8	
4. Schädel aus Asien	1456,4	1310,0	
Durchschnitt:	1468,1	1276,8	100,0:86,9

Die Mittelwerthe und Verhältnisszahlen stimmen mit den von WEISBACH und BROCA angegebenen gut überein. Die geringere

* Bezeichnet die aus dem Katalog des Hrn. Dr. MEHNERT entnommenen Maasse.

[1]) MORSELLI, Sul peso del cranio e della mandibola in rapporto col sesso. A. per l'Anthrop. V. 1875.

Capacität der Weiberschädel ist eine Consequenz der geringeren Grösse derselben. Die Rasse soll hier aber eine gewisse Rolle spielen. HUSCHKE[1]) sagt: „dass in dem Verhältniss als die Vollkommenheit der Rasse zunimmt, auch der Abstand der Geschlechter in Beziehung auf den Inhalt der Schädelhöhle steigt, so dass der Europäer die Europäerin weit mehr überragt, als der Neger die Negerin." Aehnlich äusserte sich PAGLIARI auf dem internationalen Anthropologen-Congress zu Paris 1876. LE BON[2]) fand sogar, dass bei derselben Rasse im Laufe der Jahrhunderte in dieser Hinsicht gewisse Veränderungen Platz greifen. „Die weiblichen Schädel der jetzigen Bevölkerung von Paris besitzen ein viel kleineres Volumen, als die der früheren: „La femme tend à se différencier de plus en plus de l'homme." J. RANKE[3]) beobachtete auffallende Unterschiede zwischen der Schädelcapacität der Stadt- und Land-Bewohner: „Trotz im allgemeinen geringerer Körpergrösse der Stadtbewohner, zeigen beide Geschlechter eine beträchtlichere Entwicklung des Gehirnraumes als die Landbewohner." Durchschnittlich übt aber wohl die Körpergrösse einen gewissen Einfluss auf die Schädelgrösse aus. Schon bei neugeborenen Mädchen findet man ausser einem kleineren Kopfumfang geringere Körpergrösse und geringeres Gewicht als bei Neugeborenen männlichen Geschlechtes. „Ueber die körperliche Superiorität der Knaben den Mädchen gegenüber kann kein Zweifel mehr bestehen."[4]) In Bezug auf das Verhältniss von Schädel zu Körpergrösse sind die Angaben verschieden. SÖMMERING[5]) meinte, dass der weibliche Schädel im Verhältniss zum Skelet „grösser, so auch schwerer ist", während WELCKER[6]) nach seinen Untersuchungen das Gegentheil behaupten musste. Leider fanden sich in den Verzeichnissen der Sammlung nur in wenigen Fällen Angaben über die Körpergrösse (22 ♂, 11 ♀). Der Unterschied zwischen beiden Geschlechtern war nicht bedeutend: Im Durchschnitt maassen die Männer 164,13 cm, die Weiber 156,9 cm. Das kommt einem Verhältniss von 100,00 : 95,59 gleich, während die Schädelcapacität wie 100,00 : 86,95 steht. WELCKERS Ansicht wird dadurch ohne Zweifel gestützt. Dabei ist natürlich immer zu bedenken, dass es eigentlich nicht gleichgiltig sein kann, wenn man einerseits die Körpergrösse

---

[1]) HUSCHKE, Schädel, Hirn und Seele. 1854.

[2]) LE BON, Dr. G., Recherches anatomiques et mathématiques sur les variations de volume du crâne. Gaz. des Hôp. 131. 1880.

[3]) RANKE, J., Vergleichungen der Grösse des Gehirnraumes der Stadt- und Land-Bevölkerung. 1882.

[4]) FASBENDER, Mutter- und Kindeskörper. Das Becken des lebenden Neugeborenen. Zeitschr. f. Gynäkol. u. Geburtsh. III. 1878.

[5]) SÖMMERING, S. TH., Vom Bau des menschlichen Körpers 1791—1796. Bd. I.

[6]) WELCKER, H., Untersuchungen über Wachsthum und Bau des menschlichen Schädels. 1862.

des Lebenden und andererseits die Capacität eines vollständig getrockneten Schädels berücksichtigt.

MANTEGAZZA hat in seiner vortrefflichen Arbeit della capacità dell' orbita [1]) nachgewiesen, dass auch die Capacität der Augenhöhlen beim Weibe eine geringere ist. Eine von mir ausgeführte sorgfältige Messung mit feinem Schrot ergab folgende Resultate:

Mittelwerthe:	♂ r.	♂ l.	♀ r.	♀ l.
1. Schädel aus dem Elsass . . . . . , .	29,78	29,76	26,17	26,00
2. Schädel aus anderen deutschen Staaten	29,7	29,85	26,5	26,13
3. Schädel aus anderen europ. Staaten . .	29,61	29,63	25,83	25,5
4. Schädel aus Asien	29,45	29,45	26,4	26,8
Durchschnitt:	29,64	29,67	26,10	26,11
Procentverhältniss:	100,00	100,00 :	88,07	87,98

Die Capacität der Augenhöhlen verhält sich also bei beiden Geschlechtern (100,00 : 88,07 (87,98)), annähernd ebenso wie die Capacität des Schädels (100,00 : 86,93). Der Cephalorbitalindex

$$\left(\frac{\text{Capacität des Schädels}}{\text{Capacität beider Orbitae}} = \frac{100}{x}\right),$$

dem MORSELLI eine gewisse Bedeutung zuschreibt, ergab hier nichts Besonderes; es fanden sich bei den Männern die grössten und die kleinsten Werthe.

Die geringere Grösse des Weiberschädels muss auch in den Maassen der Hauptdimensionen einen entsprechenden Ausdruck finden. Bei der Schädellänge*) lassen sich grössere Mittelwerthe für das männliche Geschlecht deutlich constatiren.

Schädellänge:	♂	♀
Werthe von	163—200 mm	161—185 [—201] mm
Mehrzahl bei	176—188 „	170 mm

Es ist bemerkenswerth, dass ein Weiberschädel Nr. 53 (64) aus dem Elsass unter allen untersuchten Schädeln die grösste Länge = 201 mm besitzt und damit alle übrigen Weiberschädel um 16 cm übertrifft.

---

[1]) Archivio per l'Anthropologia. I. 1871. pag. 149.

Die Schädelbreite*) zeigt ähnliche Verhältnisse, doch tritt die Neigung der Weiber zu kleineren Werthen etwas weniger deutlich hervor.

Schädelbreite:	♂	♀
Werthe von	129—160 mm	131—160 mm
Mehrzahl bei	143—154 „	138—150 „

Bei den Männern haben 2 (1 Europäer und 1 Asiate) noch um 2 mm schmälere Schädel (129 mm) als die Weiber, während ein weiblicher Schädel und 3 männliche die grösste Breite überhaupt besitzen (160 mm). Die Schädelbreite soll bei den Weibern relativ bedeutend sein. ECKER sagt in einem Referat [1]) über FRITSCH Die Eingeborenen Südafrikas: „Es ist längst bekannt, dass das weibliche Geschlecht den verschiedensten Schädelformen den Stempel der Platycephalie aufdrückt.“ Nach VIRCHOW [2]) zeigt die Vergrösserung des Querdurchmessers gerade die Richtung derjenigen Compensation an, welche der Schädelraum bei abnehmender Höhe nothwendig erfahren muss. Der weibliche Schädel ist aber niedriger als der männliche. Eine Untersuchung der Ohrhöhe, die ein bequemes Mass für die Schädelhöhe*) darstellt, beweist dies zur Genüge.

Ohrhöhe:	♂	♀
Werthe von	100—137 mm	102—122 mm
Mehrzahl bei	111—123 „	105—119 „

Auch hier sind aber Männerschädel (aus dem Elsass) mit geringerer Höhe vorhanden.

Ein anschauliches Bild giebt eine Tabelle des Schädelmodulus, in welchem Länge, Breite und Höhe des Schädels vereinigt sind

$$\left(\frac{L + Br + H}{3}\right)$$

[1]) Archiv für Anthropologie. VI. 1871. pag. 155.

[2]) VIRCHOW, R., Beiträge zur physischen Anthropologie der Deutschen. 1876.

	♂				♀			
	Elsass.	Uebriges Deutschl.	Uebriges Europa.	Asien.	Elsass.	Uebriges Deutschl.	Uebriges Europa.	Asien.
139,1—140,0					1			
140,1—141,0								1
141,1—142,0							1	
142,1—143,0					1		2	
143,1—144,0			1	1	3		1	1
144,1—145,0	1				2	1	1	1
145,1—146,0	1		1		1	2		1
146,1—147,0	1		2	1	4	1	1	
147,1—148,0	1		2	2	3	1		
148,1—149,0	3		1	1	4			
149,1—150,0		5	4	1		1		
150,1—151,0	3		1	1		1		
151,1—152,0	5	2	5			1		
152,1—153,0	1	3	3		2			
153,1—154,0	6	2	1		2			1
154,1—155,0	5	2	3					
155,1—156,0	8	2	1	1	1			
156,1—157,0	3	1	4	1				
157,1—158,0	2	4		2				
158,1—159,0	1		1	1				
159,1—160,0	3			1				
160,1—161,0	2		2					
161,1—162,0	2				1			
Sa.	48	21	32	13	25	8	6	5
	114				44			

Die geringere Grösse des Weiberschädels ist sehr deutlich in der Uebersicht zu erkennen; doch steht auch hier ein weiblicher Schädel aus dem Elsass Nr. 53 (64), der durch seine Grössenverhältnisse schon früher auffiel, an Stelle der grössten Werthe mit einem Modulus von 161,6.

Ueber das Verhalten der drei Hauptdurchmesser des Schädels zu einander, d. h. ihre relative Grösse, gehen die Ansichten weit auseinander. Aeby leugnete auf das Entschiedenste, dass das Geschlecht hier irgend einen Einfluss ausübe. Fast alle anderen Autoren behaupten das Gegentheil, ohne aber im Einzelnen über die Art der Einwirkung einig zu sein. So hatte sich besonders über das Verhältniss der Länge zur Breite: den Längen-Breiten-Index*) des Schädels schon in den sechziger Jahren eine lebhafte Discussion zwischen WELCKER[1]) und WEISBACH[2]) entwickelt. Während dieser

[1]) WELCKER, H., Untersuchungen über Wachsthum und Bau des menschlichen Schädels. 1862. Kraniologische Mittheilungen. Arch. f. Anthropologie. Bd. I. 1866.

[2]) WEISBACH, A., Beiträge zur Kenntniss der Schädelformen österr. Völker. Med. Jahrb. d. österr. Staat. XX. 1864. Der deutsche Weiberschädel. Arch. f. Anthr. III. 1868.

dem Weib einen mehr brachycephalen Schädelbau zuschrieb, fand jener eine Neigung zur Dolichocephalie. Diese Meinungsverschiedenheiten erklären sich zum Theil aus verschiedener Messart, theils auch aus einer verschiedenen Abgrenzung der Indices. WELCKER[1]) wurde selbst durch die Frankfurter Verständigung nicht bewogen, seine Eintheilung aufzugeben.

BROCA[2]) suchte hier besondere Rassenunterschiede: „S'il y a des races où le crâne féminin est plus allongé, il y a d'autres où il est plus arrondi, d'autres enfin où il ne diffère pas sensiblement sous ce rapport du crâne masculin.“ Im allgemeinen nimmt man heutzutage an, dass die Weiber mehr zur Brachycephalie neigen. Erklärungsversuche finden sich in der Literatur nicht, von der oben erwähnten Aeusserung VIRCHOW'S abgesehen. Aber es leuchtet ein, dass die Verkürzung, die der Schädel durch Fehlen oder geringe Entwicklung der Stirnbeinhöhlen, also auch der Glabella, erfährt, recht bedeutend sein kann. Wir konnten uns bei unsern Untersuchungen des Eindruckes nicht erwehren, als ob beim Weib, falls man überhaupt eine grössere Brachycephalie constatiren kann, diese mehr durch Verkürzung des Längsdurchmessers, als durch Vergrösserung des Querdurchmessers bedingt ist.

(Siehe Tabelle Seite 252.)

Die Tabelle über den Längen-Breiten-Index der untersuchten (159) Schädel ergiebt ein vollkommen negatives Resultat. Nicht besser geht es mit einer zweiten auf S. 253 mitgetheilten Uebersicht von 221 Männer- und 193 Weiber-Schädeln, deren Indices auf den Zählkarten der Präparirsaalleichen vermerkt waren. Höchstens findet sich bei der Vergleichung des Verhaltens der Männer und Weiber auf beiden Tabellen ein gewisser Unterschied, der sich einerseits daraus erklären mag, dass im zweiten Falle Maasse feuchter Schädel benutzt wurden, aber andrerseits vielleicht auch dadurch mitbedingt ist, dass sich unter den 408 Schädeln der zweiten Uebersicht nur sehr wenige befinden, die nicht aus der Gegend von Strassburg stammen. Ferner lieferte auch ein Versuch an 60 Kinderschädeln (Zählkarten der Präparirsaalleichen) über die Aenderung des Längenbreitenindex mit dem Wachsthum kein Ergebniss. Es waren allerdings nur wenige Schädel aus den Pubertätsjahren dabei.

Nach den vorliegenden Untersuchungen dürfte jedenfalls der

---

[1]) WELCKER, H., Die Capacität und die 3 Hauptdurchmesser der Schädelkapsel bei den verschiedenen Nationen. Arch. f. Anthrop. Bd. XVI. 1886.

[2]) BROCA, P., Sur les crânes de la caverne de l'homme-mort. Rév. d'Antropol. II. 1873.

Schluss berechtigt sein, dass Dolicho- und Brachycephalie wohl wesentliche Rassenmerkmale, aber nur höchst fragwürdige Geschlechtseigenthümlichkeiten darstellen.

Längen-Breiten-Index.	♂			♀		
	Deutsche.	Europäer.	Asiaten.	Deutsche.	Europäer.	Asiaten.
65,1—66,0		1				
66,1—67,0						
67,1—68,0						
68,1—69,0						
69,1—70,0						
70,1—71,0			1			
71,1—72,0		2				1
72,1—73,0		1	1			2
73,1—74,0	2					
74,1—75,0		2	1	1		
75,1—76,0	2	3		1		
76,1—77,0	4	3	5	2		
77,1—78,0	4	2	1	1		1
78,1—79,0	5			2	2	1
79,1—80,0	5	3	1	2		
80,1—81,0	7	1	2	4		
81,1—82,0	8	1		2		
82,1—83,0	7	6		3	1	
83,1—84,0	8		1	2		
84,1—85,0	7	2		1		
85,1—86,0	6	2		5	1	
86,1—87,0				3	1	
87,1—88,0	1			2		
88,1—89,0	1	1		1		
89,1—90,0					1	
90,1—91,0	1					
91,1—92,0						
92,1—93,0		1				
93,1—94,0	1	1				
94,1—95,0		1				
95,1—96,0						
96,1—97,0						
97,1—98,0						
98,1—99,0						
99,1—100,0				1		
Sa.	69	33	13	33	6	5
	155			44		

Beim Längen-Höhen-Index*) ist ebenfalls ein deutscher Geschlechtseinfluss nicht zu erkennen (vgl. Tabelle S. 254).

	♂ 1—10 J.	10—20 J.	20—30 J.	30—40 J.	40—50 J.	50—60 J.	60—70 J.	70—80 J.	80—90 J.	ohne Altersangabe:	zusammen:	♀ 1—10 J.	10—20 J.	20—30 J.	30—40 J.	40—50 J.	50—60 J.	60—70 J.	70—80 J.	80—90 J.	ohne Altersangabe:	zusammen:
70,1—71,0	1										1				1							1
71,1—72,0																						
72,1—73,0								1			1											
73,1—74,0								1			1							1				1
74,1—75,0																	1	1				2
75,1—76,0						1	2				3						1	1	3		1	6
76,1—77,0		2			1		1	1		1	6	1		1	1	1	1		2			7
77,1—78,0			2		3			2			7			1	1			2				4
78,1—79,0		1	1	4	1	2	2	3	1		15			2			3	2		1	1	9
79,1—80,0	1		1	4	4	3	3		1	1	18	2	1	5	1		3	1	2	2		17
80,1—81,0			3	4	2	1	2	3			15	1		3	1	3	1	2	4		1	16
81,1—82,0	3		2	2	4	3	6	1			21	2	2	3	2		3	3	3			18
82,1—83,0	1	1	1	4	4	2	3	3		1	20	2	1	1	2	3	4	3	3	2	1	22
83,1—84,0	2	1	2	1	1	4	3	3			17		3	2	3	2	3	5	4	1		23
84,1—85,0	2	1	2	1	1	5		3	2	1	18				6	2	3	3	3	3		20
85,1—86,0	1		3	3	3	3	7	2		1	24		1	2	1	2	3		1	2	1	13
86,1—87,0			4	2	4	1	1		2	1	15	1		1	1	2	4	3	1	1		14
87,1—88,0	1			1	3	2	3				10			1		1	2		1			5
88,1—89,0			1			2	1	2			6	1	1			1		1				4
89,1—90,0	1		1		1	1	2	3			9		1					2	1			4
90,1—91,0	3		1	1		2					7					1			3			4
91,1—92,0		1			1		2				4				1							1
92,1—93,0																		1				1
93,1—94,0								1			1											
94,1—95,0																						
95,1—96,0									1		1											
96,1—97,0	1										1											
97,1—98,0																						
98,1—99,0														1								1
	17	7	24	27	33	32	38	29	7	7	221	10	10	23	21	18	32	31	31	12	5	193

Längen-Höhen-Index:	♂	♀
Werthe von	62,9—83,8	67,1—81,0

Die Weiber halten die Mittelwerthe. Auch ein Auszug aus den oben erwähnten (413 + 60) Präparirsaalzählkarten ergab kein anderes Resultat.

Der Längen-Höhen-Index zeigt bei beiden Geschlechtern keine wesentlichen Verschiedenheiten. Die Race scheint hier eher eine Rolle zu spielen.

So sprechen die Ergebnisse der gesammten Untersuchung eigentlich für AEBY'S Ansicht.

Länge und Breite der Schädelbasis sind beim Weib im Durchschnitt kleiner. Die Berechnung eines Index aus beiden Werthen ergiebt jedoch keine Geschlechtsunterschiede.

Bei den Messungen der Ober- und der Unter-Schuppe des Hinterhauptbeins und der Aufstellung eines Index aus beiden Maassen fanden sich an den Weiberschädeln stets mittlere Werthe.

Der Gesichts-Index (VIRCHOW)*) ist, nach den Uebersichten zu urtheilen, bei den Männern im allgemeinen etwas grösser.

Gesichts-Index (Virchow):	♂	♀
Werthe von	108—152,5	105,6—148,1
Mehrzahl zwischen	119—142	116—136

Ein beachtenswerthes Verhalten zeigen aber die vier Tamilenschädel. Ihr Gesichtsindex beträgt:

1. ♂ 108,4 1. ♀ 108,5
2. ♂ 123,3 2. ♀ 123,8

Damit ist eigentlich der Beweis geliefert, dass der Gesichtsindex kein Geschlechtsmerkmal ist. Ein Vergleich mit den übrigen Indices der Tamilenschädel mag dies noch deutlicher demonstriren.

Tamilen:		♂	♀
Längen-Breiten-Index	1.	80,9	72,0
	2.	70,6	72,7
Längen-Höhen-Index	1.	80,4	77,7
	2.	70,1	77,5
Breiten-Höhen-Index	1.	99,3	107,5
	2.	99,2	106,5

Der Jochbreiten-Gesichts-Index (KOLLMANN)*) zeigt bei den Schädeln der anthropologischen Sammlung keinen Unterschied zwischen beiden Geschlechtern. Dagegen scheinen nach der beigegebenen Tabelle (s. S. 256 u. 257), die einen Auszug der Präparirsaalzählkarten darstellt, die Weiber doch ein wenig zur Chamäprosopie zu neigen. Auffallend ist das staffelförmige Ansteigen der Werthe mit dem Alter während der Wachsthumsperiode, das hier besonders deutlich bei den Weibern hervortritt. Es ist dies die einzige Stelle, an der sich überhaupt ein gewisser Einfluss des Alters nachweisen lässt. Alle übrigen Versuche in dieser Richtung hatten ein vollständig negatives Resultat.

Die Maasse des Augenhöhleneingangs*) sind bei beiden Geschlechtern oft sehr wenig verschieden.

Mittelwerthe:	♂		♀	
	r.	l.	r.	l.
Breite:				
1. Schädel aus dem Elsass	37,68	37,58	36,84	36,8
2. Schädel aus anderen deutschen Staaten	38,15	38,85	35,87	35,87
3. Schädel aus anderen europäischen Staaten	38,34	38,15	36,12	35,83
4. Schädel aus Asien	38,45	38,36	37,66	37,38
Höhe:				
1. Schädel aus dem Elsass	33,87	33,96	33,4	33,52
2. Schädel aus anderen deutschen Staaten	32,85	32,9	32,38	32,25
3. Schädel aus anderen europäischen Staaten	33,28	33,25	30,5	30,88
4. Schädel aus Asien	35,27	34,90	32,83	32,66

Die Breite der Augenhöhlenöffnungen scheint beim Weib verhältnissmässig kleiner zu sein als die Höhe. Danach kann man beim Weiberschädel einen etwas grösseren Orbitalindex*) erwarten.

Orbitalindex:	♂		♀	
	r.	l.	r.	l.
Chamäkonch (— 80,0)	7	7	2	1
Mesokonch (— 85,0)	23	25	5	6
Hypsikonch (85,0 — [102])	83	81	35	35
	113		42	

Die Tiefe der Augenhöhlen ist mannigfachen individuellen Verschiedenheiten unterworfen. Wenn WEISS[1]) sagt: „Die absolute Grösse des Schädels, insbesondere dessen Längsdurchmesser, ist selbstverständlich nicht ohne Einfluss auf die Orbitaltiefe, auch das Ge-

[1]) WEISS, Beiträge zur Anatomie der Orbita III. Tübingen 1890 pag. 40.

Jochbreiten-Gesichts-Index (Kollmann).

♂

	0—1 J.	1—10 J.	10—20 J.	20—30 J.	30—40 J.	40—50 J.	50—60 J.	60—70 J.	70—80 J.	80—90 J.	ohne Altersangabe:	zusammen:
62,1—63,0												
63,1—64,0												
64,1—65,0												
65,1—66,0												
66,1—67,0		1										1
67,1—68,0												
68,1—69,0	1											1
69,1—70,0		1										1
70,1—71,0		1										1
71,1—72,0	1	1										2
72,1—73,0		2										2
73,1—74,0		1						1				2
74,1—75,0		1					1					2
75,1—76,0		1										1
76,1—77,0		1					1					2
77,1—78,0												
78,1—79,0		1		1			1					3
79,1—80,0		2	1									3
80,1—81,0				1				1				2
81,1—82,0	1				1			1		1		4
82,1—83,0					1							1
83,1—84,0				1			1	1	1		1	5
84,1—85,0				1	1			1	2			5
85,1—86,0						4			1	1	2	8
86,1—87,0				3	2	2	3		1			11
87,1—88,0		1		2	1	2	1	3	1	1		12
88,1—89,0			1	1	2		1	2				7
89,1—90,0					2	4	1	2	1			10
90,1—91,0					1	1	2	2				6
91,1—92,0			1		2	2	1	1	2			8

♀

	0—1 J.	1—10 J.	10—20 J.	20—30 J.	30—40 J.	40—50 J.	50—60 J.	60—70 J.	70—80 J.	80—90 J.	ohne Altersangabe:	zusammen:
62,1—63,0	1											1
63,1—64,0												
64,1—65,0												
65,1—66,0	1											1
66,1—67,0	1											1
67,1—68,0												
68,1—69,0				1		1						2
69,1—70,0												
70,1—71,0												
71,1—72,0												
72,1—73,0												
73,1—74,0												
74,1—75,0		1			1	1		1		1		5
75,1—76,0		1								1		2
76,1—77,0		1	1	1		1	1	1				6
77,1—78,0			1								1	2
78,1—79,0	1	1				1		1		1		5
79,1—80,0		3				1	1		1		1	7
80,1—81,0		1		1				1	1		1	5
81,1—82,0	1	1			1		1			1		5
82,1—83,0			4	2	1	1	2		1			11
83,1—84,0			1		1	2	2	2	1			9
84,1—85,0			1	2	1	1			2			7
85,1—86,0		1		1	2	2	4	2	6	1		19
86,1—87,0				2	1		2	5		2		12
87,1—88,0			1	3	1		3	3	1	2		14
88,1—89,0				1	3	3	3	2	1		1	14
89,1—90,0			1	2	2		2		3			10
90,1—91,0				1	2	1	1	2				7
91,1—92,0				2	3			1	2	1		9

92,1—93,0				1	1	1	1	2	2	2		11				1					1			2
93,1—94,0				2	2	3		3	2		1	13				1			3	2	2	1		9
94,1—95,0					3		5	2	4			14					1			2	2	1		6
95,1—96,0			1	1		2	5					9				1		1	1	1				4
96,1—97,0			1	3		2	2	4	1			13								1	1			2
97,1—98,0			1	1	1	2	1					6					1	1	1	1			1	5
98,1—99,0					1	1	1	1				4					1		1					2
99,1—100,0				2	2		1	2	1		1	9							3		2		1	6
100,1—101,0				1	1			1	1			4						1	1	1				3
101,1—102,0						1		1	1	1		4				1								1
102,1—103,0						2		3	1			6									1			1
103,1—104,0							1	2	1			4					1							1
104,1—105,0			1					1	1			3								1				1
105,1—106,0				1		1			1	1		4												
106,1—107,0						1	1					2												
107,1—108,0					1	1		1				3									1			1
108,1—109,0											1	1												
109,1—110,0									1			1												
110,1—111,0					1							1												
111,1—112,0																								
112,1—113,0																								
113,1—114,0																								
114,1—115,0				1								1												
115,1—116,0											1	1												
116,1—117,0																								
117,1—118,0																								
118,1—119,0																								
119,1—120,0																								
120,1—121,0																								
121,1—122,0																					1			1
122,1—123,0																								
123,1—124,0					1							1												
	3	14	7	23	27	32	31	38	26	7	7	215	5	10	10	23	23	18	32	30	30	12	6	199

schlecht wird von Einfluss sein," so wird man ihm in ersterem sicher beipflichten müssen. Wie er sich aber das Zustandekommen einer besonderen Beeinflussung durch das Geschlecht vorstellt, ist nicht recht einzusehen. Thatsächlich bestehen Differenzen zwischen Männer- und Weiber-Schädeln in dieser Hinsicht, aber man wird sie vollständig durch die Verschiedenheit der Längsdurchmesser erklären können. Im allgemeinen haben brachycephale Leute kurze, dolichocephale langgestreckte Augenhöhlen, doch findet man auch öfter bei jenen tiefe, bei diesen aber sehr selten flache Orbitae.[1]) Es genügt, die Mittelwerte anzugeben, die mit den Resultaten anderer Autoren leidlich übereinstimmen.

Mittelwerthe:	♂		♀	
	r.	l.	r.	l.
1. Schädel aus dem Elsass	42,13	42,10	40,5	40,28
2. Schädel aus anderen deutschen Staaten	41,6	41,375	40,31	40,44
3. Schädel aus anderen europäischen Staaten	43,12	43,04	41,07	41,21
4. Schädel aus Asien	43,23	43,38	43,00	42,5

In neuester Zeit hat CURTIUS in Berlin darauf aufmerksam gemacht, dass die antike Plastik Männer- und Weiber-Augen verschieden gestaltete. Der Fund eines unbärtigen Peirithoos-Kopfes bei den Ausgrabungen in Olympia hatte ihm Veranlassung gegeben, eingehende Untersuchungen über den Unterschied anzustellen, den die griechischen Bildhauer bei der Bildung des Auges machten, je nachdem sie einen männlichen oder einen weiblichen Kopf modellirten. Es ist nämlich bei den antiken Köpfen das männliche Auge stets höher gewölbt und massiger gestaltet als das weibliche. Jener Peirithoos-Kopf wurde ursprünglich für einen weiblichen gehalten, später gefundene dazu gehörige Bruchstücke ergaben, dass es ein Jünglingskopf sei. SÖMMERING sagt in seinem Buch über das menschliche Auge (1801): „Das Aeussere des Auges beim Mann hat etwas rundes, dickliches, kräftiges, beim Weib etwas längliches, flaches." Die Möglichkeit des Bestehens solch' evidenter Geschlechtsunterschiede in Gestalt und Krümmung des Augapfels beim Lebenden ist wohl direct von der Hand zu weisen. Aber es wäre nicht undenkbar, dass man beim Weib vielleicht das Auge unter einem anderen Winkel sieht, d. h., dass der Orbitaleingang beim Weib vielleicht in einem anderen Winkel zur Medianlinie liegt als beim Mann. Die Richtung der Augenhöhlenöffnung wird durch eine Linie bestimmt, die den medialen und den lateralen Orbitalrand mit einander verbindet. Man musste an die Möglichkeit denken, dass der

[1]) MERKEL, Makroskopische Anatomie. Gräfe-Sämisch Hdb. I. 1. pag. 11.

laterale Orbitalrand beim Weib weiter zurück liegt. Es würde sich also darum handeln, den Abstand des lateralen und des medialen Randes des Augenhöhleneingangs in der Profilansicht zu messen. Dieser Versuch wurde bei 169 Schädeln gemacht. Dazu wurden dieselben in der deutschen Horizontalebene aufgestellt. Zwei parallel und senkrecht zur Horizontalebene bewegliche Nadeln auf Stativen, an deren Fuss sich ein Maassstab mit einer $^1/_2$ Millimeter-Eintheilung befand, bildeten den eigentlichen Messapparat. Für den Beginn des inneren Orbitalrandes wurde die Stelle gewählt, wo das Os frontis, Os lacrymale und der Processus frontalis Ossis maxillar. sup. zusammenstossen, ein Punkt, der sich durch eine constante Lage besonders auszeichnet. Die Untersuchung ergab folgende Mittelwerthe:

Mittelwerthe:	♂		♀	
	r.	l.	r.	l.
1. Schädel aus dem Elsass	9,72	9,12	9,26	8,5
2. Schädel aus anderen deutschen Staaten	9,475	8,65	8,56	7,18
3. Schädel aus anderen europäischen Staaten	11,31	9,85	7,71	7,28
4. Schädel aus Asien	10,23	9,80	11,7	9,2

Der Abstand beider Orbitalränder ist also bei Frauen im allgemeinen nicht nur nicht grösser, sondern sogar durchschnittlich kleiner als beim Mann. Die eigenthümlichen Verhältnisse, die die Tabelle aufweist, schliessen das Bestehen eines Geschlechtsunterschiedes hier vollständig aus. Das häufige Vorkommen grösserer Durchschnittswerthe am rechten Auge ist wohl ähnlich zu beurteilen wie die bekannte Erfahrung der Rhinologen, dass Verbiegungen des Septum narium weit öfter die eine als die andre Seite betreffen. Die Berechnung eines Index aus der Augenhöhlentiefe und dem Projectionsabstand beider Orbitalränder ist selbstverständlich auch werthlos. Der Vollständigkeit wegen mag noch erwähnt sein, dass nach Mittheilungen wissenschaftlicher Zeitschriften vor kurzem WALDEYER der Akademie der Wissenschaften über die Ergebnisse von Untersuchungen berichtete, die Dr. GREEF, Assistent an der Berliner Augenklinik, an 100 normalsichtigen Männern und 100 normalsichtigen Weibern vom verschiedensten Alter angestellt hat, um zu sehen, ob Verschiedenheiten zwischen Männer- und Frauen-Augen bestehen. „Es existiren keine Unterschiede zwischen dem Auge des Mannes und dem des Weibes, weder in der Grösse noch in der Krümmung des Augapfels, noch in der Grösse der Lidspalte oder der Lider. Die dahingehenden Behauptungen früherer Anatomen und die Darstellungsweise der griechischen Künstler entsprechen nicht der Natur.“ Die griechische Plastik habe jedenfalls das Auge nicht naturalistisch gebildet. Einige Zeit vorher

hat schon A. CONZE der preussischen Akademie die Resultate seiner Studien über die Darstellung des menschlichen Auges in der antiken Skulptur vorgetragen. Er konnte die flachere Bildung an den Frauenaugen, die CURTIUS an den olympischen Skulpturen zu bemerken glaubte, nicht bestätigen.

Die Interorbitalbreite*) ist bei beiden Geschlechtern annähernd von gleicher Grösse.

HOUZÉ [1]) hat in seinen „Untersuchungen betr. den Nasalindex im allgemeinen und den der Flamländer und Wallonen im besondern", darauf hingewiesen, dass die Weiber einen grösseren Nasen-Index*), d. h. grössere Mesorrhinie besitzen. Die Tabelle bestätigt dies.

Nasen-Index:	♂	♀
Leptorrhinie ([35,9] — 47,0)	59	15
Mesorrhinie (47,1—50,0)	42	22
Platyrrhinie (50,1—58,0)	11	6
Hyperplatyrrhinie (58,1—[62,2])	2	1
	115	44

Vielleicht sind die geringen Differenzen, die zwischen beiden Geschlechtern bei dem Orbital- und bei dem Nasal-Index bestehen, und die fast gleiche Grösse der Interorbitalbreite auf die verschiedene Entwicklung der Stirnbeinhöhlen zu beziehen. Auch SCHAAFFHAUSEN'S [2]) Angabe, dass beim Weib die Nasenbeine oft höher hinaufreichen, würde dazu stimmen.

Die Capacitätsbestimmung der Nasenhöhlen wurde aus Rücksicht für das Material nicht ausgeführt.

Höhe und Breite der Choanen sind beim Mann durchschnittlich bedeutender als beim Weibe.

Mittelwerthe:	♂		♀	
	r.	l.	r.	l.
Höhe:				
1. Schädel aus dem Elsass	27,10	27,20	25,00	25,08
2. Schädel aus anderen deutschen Staaten	26,875	25,9	25,125	24,68
3. Schädel aus anderen europäischen Staaten	27,18	26,87	25,71	26,14
4. Schädel aus Asien	25,45	25,38	24,7	24,4
Breite:				
1. Schädel aus dem Elsass	14,17	14,25	13,58	13,76
2. Schädel aus anderen deutschen Staaten	13,83	14,15	13,92	14,27
3. Schädel aus anderen europäischen Staaten	14,26	14,02	13,21	13,57
4. Schädel aus Asien	13,54	13,75	13,2	12,2

[1]) Referat Arch. f. Anthropologie XX. 3. 1891. pag. 245.

[2]) SCHAAFFHAUSEN, Rede auf der XI. Versammlung in Berlin 1880. Correspondenzbl. 1880. pag. 60.

Die Höhe scheint beim Weibe etwas mehr als die Breite verkleinert zu sein. Doch brachte die Berechnung des Choanen-Index keinen näheren Abschluss.

Beim Gaumenindex*) besteht kein auffallender Unterschied zwischen beiden Geschlechtern.

Von grösserem Interesse sind die Maasse am Unterkiefer. Das wichtigste unter ihnen, die Unterkieferwinkel-Breite*), ist beim Weib bedeutend kleiner als beim Mann. Auch AEBY[1]) giebt das an. Bei den eigenen Untersuchungen zeigte sich dies ebenfalls sehr deutlich.

Unterkieferwinkel-Breite:	♂	♀
Werthe von	86—130	81—105

Aehnliche Unterschiede bestehen am Unterkieferbogen. Die Index-Berechnung aus beiden Grössen blieb aber resultatlos.

Asthöhe und Astbreite sind jedenfalls bei beiden Geschlechtern von verschiedener Grösse.

	♂	♀
Asthöhe:		
Werthe von . . .	52—81	51—69
Astbreite:		
Werthe von . . .	23—42	21—36

Die früheren Angaben, dass das Weib ein niedrigeres Kinn besitze, lassen sich durch eigene Untersuchungen über die Kinnhöhe vollständig bestätigen.

Kinnhöhe:	♂	♀
Werthe von	21—41	18—33

SCHAAFFHAUSEN's Behauptung, dass das Weib grössere mittlere obere Schneidezähne besitze als der Mann,[2]) hat bereits mehrfach, zuerst durch PARREIDT,[3]) eine Widerlegung gefunden.

[1]) AEBY, CHR., Beiträge zur Kenntniss der Mikrocephalie. Arch. f. Anthrop. Bd. VII. 1874.

[2]) SCHAAFFHAUSEN, Rede auf der XI. Versammlung in Berlin. 1880. Correspondenzbl. 1880. pag. 68.

Ueber die heutige Schädellehre. XX. Vers. in Wien 1889. Correspondenzbl. 1889. pag. 165.

[3]) PARREIDT, J., Die Breite der oberen centralen Schneidezähne beim männl. und weibl. Geschlecht. Deutsche Monatsschrift f. Zahnheilk. II. 5. 1884.

Alle absoluten Maasse am Schädel — vielleicht von der Interorbitalbreite allein abgesehen — sind beim Weib im allgemeinen kleiner als beim Mann. Dagegen scheint das Verhältniss der Maasse zu einander, das in den Indices seinen Ausdruck findet, durch das Geschlecht wenig beeinflusst zu werden. Höchstens beim Nasen- und beim Orbital-Index zeigen sich einige Verschiedenheiten, die, wie schon erwähnt, wohl durch die geringe Entwicklung der Stirnbeinhöhlen beim Weib bedingt sind. Beim Jochbreiten-Gesichts-Index (Kollmann) ist das Resultat zweifelhaft geblieben, während der Gesichts-Index (Virchow) wohl überhaupt keinen Anspruch auf Beachtung in dieser Frage besitzt. Die Erörterungen auf den ersten Seiten dieser Arbeit über die Gründe des Bestehens von Geschlechtsverschiedenheiten am Schädel gewinnen durch diese Befunde eine wesentliche Stütze. Die Capacitäts- und Gewichtsbestimmungen, ebenso der Modulus, liefern deutliche Unterschiede. Doch schliesslich wird dadurch nur die geringere Grösse des Weiberschädels im allgemeinen bewiesen. Dem gegenüber hat Morselli[1]) gerade auf die Gewichts- und Volum-Bestimmung und auf die Berechnung der Indices aus den Schädelmaassen den Hauptnachdruck für die Geschlechtsunterscheidung gelegt. Er giebtfolgende Eintheilung:

„I. Geschlechtskennzeichen von grösstem Werth: 1. Peso della mandibola + ♂. 2. Capacità delle fosse nasali + ♂. 3. Indice rinocefalico + ♀. 4. Peso del cranio + ♂. 5. Capacità del cranio + ♂.

II. Geschlechtskennzeichen von mittlerem Werth: 6. Capacità delle orbite + ♂. 7. Indice cerebro-facciale + ♀. 8. Rapporto percentuale fra il peso della mandibola e quello del cranio + ♂. 9. Indice encefalo-rachidiano + ♂. 10. Area del foro occipitale + ♂.

III. Geschlechtskennzeichen von geringstem Wert: 11. Indice verticale + ♂. 12. Circonferenza del cranio + ♂. 13. Indice cefal-orbitario + ♀. 14. Indice cefalico + ♀. 15. Indice nasale + ♀."

Ein Blick auf unsere Tabellen über das Unterkiefer- und das Schädel-Gewicht belehrt über den Werth dieser Kennzeichen ersten Ranges. So gross die Unterschiede der Mittelzahlen sein mögen, stets finden sich kleine Werthe auch bei Männern. Die Schädelcapacität bietet ganz ähnliche Verhältnisse dar; und so kann man Broca[2]) nur zustimmen, wenn er sagt: „(Ces différences) ne peuvent servir au diagnostic." Um für die Geschlechtsbestimmung brauchbare Anhaltspunkte zu gewinnen, wird man sich stets an diejenigen Charaktere halten müssen, die Broca als „appréciables à la simple vue" bezeichnet. Diese werden vor Allem noch weiterer Prüfung bedürfen. Nicht mit

---

[1]) MORSELLI, Sul peso del cranio e della mandibola in rapporto col sesso. Arch. per l'Anthropol. e la Etnol. V. 1875.

[2]) BROCA, P., Instructions craniologiques et craniometriques. Mém. de la soc. d'Anthropol. de Paris. T. II. 2 Sér. 1875.

Unrecht verlangt man in unserer Zeit von wissenschaftlichen Statistiken, die für ihre Resultate Anspruch auf allgemeine Gültigkeit erheben, grosse Zahlen. Es wird noch umfassender Untersuchungen anderer Sammlungen bedürfen, ehe man ein abschliessendes Urtheil über die Geschlechtsunterschiede des Schädels fällen kann. Immerhin lässt sich aber schon heute mit Bestimmtheit behaupten: der Weiberschädel unterscheidet sich vom Männerschädel 1. durch die geringere Grösse, 2. durch geringere Entwicklung der Knochenvorsprünge für den Muskelansatz, 3. durch Beibehaltung kindlicher Charaktere, ausgesprochen in geringerer Entwicklung des Unterkiefers, in besonderer Gestaltung der oberen Gesichtshälfte und der Stirn durch geringere Ausbildung der Stirnbeinhöhlen, in einem Ueberwiegen des Schädeldaches über die Schädelbasis und in dem Bestehenbleiben der Stirn- und Scheitel-Höcker.

Bei dem Interesse, das die Frage nach den Geschlechtskennzeichen des Schädels für den Anthropologen hat, dürfte eine Zusammenstellung der Literatur über den Weiberschädel — ich muss ausdrücklich betonen: der Literatur, soweit sie mir zugänglich war — nicht unerwünschts ein. Dieselbe ist chronologisch geordnet.

---

1. Verheyen, Ph., Corporis humani anatomiae Lib. I. 2. Aufl. 1718.
2. Ackermann, De discrimine sexuum. Dissertat. Moguntiae 1788.
3. Sömmering, S. Th., Vom Bau des menschlichen Körpers. 1791 bis 1796. B. I p. 60.
4. Huschke, Schädel, Hirn und Seele. 1854.
5. Virchow, R., Untersuchungen über die Entwicklung des Schädelgrundes. 1857.
6. Welcker, H., Untersuchungen über Wachsthum und Bau des menschlichen Schädels. 1862.
7. Weisbach, A., Beiträge zur Kenntniss der Schädelformen österreich. Völker. Med. Jahrb. d. österr. Staates. B. XX. 1864.
8. Langer, C., Lehrbuch der Anatomie des Menschen. Wien 1865.
9. Ecker, A., Ueber eine charakteristische Eigenthümlichkeit in der Form des weiblichen Schädels. Archiv f. Anthrop. B. I. 1866. p. 81.
10. Welcker, H., Kraniologische Mittheilungen. Archiv f. Anthrop. B. I. 1866. p. 89.
11. Davis, J. B., Ueber makrocephale Schädel und über die weibliche Schädelform. Archiv f. Anthrop. B. II. 1867. p. 25.

12. THURNAM, On the two principal forms of ancient British and Gaulish skulls. Memoirs read before the anthropological society of London. 1863—1864. Vol. I. p. 459, 519. 1867.
13. AEBY, CHR., Die Schädelformen des Menschen und der Affen. 1867.
14. WEISBACH, A., Beiträge zur Kenntniss der Schädelformen österr. Völker. IV. Abtheil. Med. Jahrbücher. XXIII B. 1867.
15. WEISBACH, A., Der deutsche Weiberschädel. Archiv f. Anthrop. B. III. 1868. p. 59.
16. MANTEGAZZA, P., Della capacità dell' orbita nel cranio umano. Archivio per l'Antropologia, I. 1871. p. 149.
17. MANTEGAZZA, P., Dell' indice cefalospinale. Archivio per l'Antropologia, I. 1871.
18. MANTEGAZZA, P., Dei caratteri sessuali del cranio umano. Archivio per l'Antropologia, II. 1872.
19. KOPERNICKI, J., Ueber den Bau der Zigeunerschädel. Archiv f. Anthrop. B. V. 1872. p. 319.
20. BERTILLON, Sur la forme et la grandeur des crânes Néo-Caledoniens. Rev. d'Anthrop. I. 1872. Nr. 2.
21. BROCA, P., Sur les crânes de la caverne de l'homme-mort. Rev. d'Anthrop. II. 1873. p. 28.
22. VIRCHOW, R., Rede auf der 4. Versammlung in Wiesbaden. 1873. Correspondenzblatt. 1873. p. 19.
23. DUREAU, Des caractères sexuels du crâne humain (Referat). Rev. d'Anthropologie. II. 1873. p. 475.
24. AEBY, CHR., Beiträge zur Kenntniss der Mikrocephalie. Archiv f. Anthropologie. VII. 1874. p. 1.
25. MANTEGAZZA, P., Della capacità delle fosse nasali. Arch. per l'Antrop. e la Etnol. III. 1874. S. 252.
26. BROCA, P., Instructions craniologiques et craniométriques. Mém. de la soc. d'anthrop. de Paris. T. II. 2. Série. 1875. p. 136.
27. MORSELLI, Sul peso del cranio e della mandibola in rapporto col sesso. Arch. per l'Antrop. e la Etnol. V. 1875. p. 149.
28. MANTEGAZZA, P., Studii di craniologia sessuale. Arch. per l'Antrop. e la Etnologia. V. 1875. p. 200.
29. ECKER, A., Ueber weibliche Schädel. Rede auf der 6. Versammlnug der anthrop. Gesellschaft in München. 1875. Correspondenzblatt. 1875. p. 87.
30. BROCA, P., Recherches sur l'indice orbitaire. Rev. d'Anthrop. T. IV. 1875. p. 577.
31. VIRCHOW, R., Rede auf der 7. allgemeinen Versammlung in Jena 1876. Correspondenzblatt.
32. VIRCHOW, R., Beiträge zur physischen Anthropologie der Deutschen mit besonderer Berücksichtigung der Friesen. 1876.

33. SCHAAFFHAUSEN, Rede auf der 8. Versammlung zu Constanz 1876. Correspondenzblatt. 1876.

34. MANTEGAZZA, P., Studii antropologici ed etnografici sulla nuova Guinea. Arch. per l'Antrop. e la Etnol. VII. 1877. p. 137.

35. HUDLER, Ueber Capacität und Gewicht der Schädel in der anatomischen Anstalt zu München. 1877.

36. HYRTL, JOS., Lehrbuch der Anatomie des Menschen.

37. RICCARDI, P., Saggio di alcuni studii interno ai cranî della Toscana. Arch. per l'Antrop. e la Etnol. IX. 1878/79.

38. MARSHALL, JOHN, Anatomy for artists. 1878.

39. RANKE, J., Die Schädel der altbayerischen Landbevölkerung. 2. Beiträge zur Anthropologie und Urgeschichte Bayerns. B. II. 1879.

40. TOPINARD, L'Anthropologie; 3. Aufl. Paris 1879.

41. SAPPEY, Traité d'Anatomie déscriptive. 3. Aufl. Paris 1876 bis 1879. B. I. p. 172.

42. SCHMIDT, Kraniologische Untersuchungen. Archiv f. Anthrop. XII. 1880. p. 162.

43. LE BON, Dr. G., Volumunterschiede des Schädels nach Rassen, Individuum und Geschlecht. Gazette des Hôpit. 131. 1880. Ref. Schmidts Jahrb. B. 189. p. 14.

44. SCHAAFFHAUSEN, Rede auf der 11. Versammlung in Berlin 1880. Correspondenzblatt. 1880. p. 60.

45. NICOLUCCI, Crania Pompejana. Arch. per. l'Antrop. e la Etnol. XII. 1882. p. 143.

46. MANOUVRIER, Sur la grandeur du front et des principales régions du crâne chez l'homme et chez la femme. Compte rendu de l'assoc. française pour l'avanc. d. sc. La Rochelle. 1882. p. 623.

47. MANOUVRIER, Grandeur du front chez l'homme et chez la femme. Congrès de La Rochelle. 1882.

48. RANKE, J., Beiträge zur physischen Anthropologie Bayerns. 1883.

49. AMADEÏ, La capacità del cranio in rapporto alla statura. Arch. per l'Antrop. e la Etnol. XIII. 1883. p. 291.

50. PARREIDT, J., Die Breite der oberen centralen Schneidezähne beim männlichen und weiblichen Geschlecht. Deutsche Monatsschrift für Zahnheilkunde. II. 5. 1884. p. 191.

51. ALBRECHT, Ueber die grössere Bestialität des weiblichen Geschlechts in anatomischer Beziehung. 15. Versammlung 1884. Correspondenzblatt. 1884. p. 85.

52. BIANCHI, Craniologia dei senesi odierni. Arch. per. l'Antrop. e la Etnol. XIV. 1884. p. 351.

53. WELCKER, H., Capacität und die drei Hauptdurchmesser der Schädelkapsel bei den verschiedenen Nationen. Archiv f. Anthrop. B. XVI. 1886. p. 1.
54. KOLLMANN, J., Plastische Anatomie des menschlichen Körpers. 1886.
55. v. TÖRÖK, Ueber den Yézoer und den Sachaliner Ainoschädel zu Dresden.
56. SCHAAFFHAUSEN, Ueber die heutige Schädellehre. 20. Versammlung in Wien 1889. Correspondenzblatt. 1889. p. 165.
57. FRORIEP, A., Anatomie für Künstler. 1890.
58. HOUZÉ, Untersuchungen betr. den Nasalindex im allgemeinen und den der Flamländer und Wallonen im besonderen. Referat: Arch. f. Anthrop. XX. 3. 1891. p. 245.

Ich lasse eine möglichst umfassende Uebersicht über die in diesen Arbeiten angeführten Geschlechtsmerkmale folgen. Die Zahlen, die sich hinter jedem Kennzeichen finden, beziehen sich auf die vorstehende Literaturzusammenstellung.

Kennzeichen des weiblichen Schädels.

1. Geringere Grösse des Schädels: 1, 6, 7, 8, 9, 13, 15, 18, 19, 22, 24, 27, 29, 36, 38, 40, 41, 42, 43, 49, 55.
2. Kleinere Oberfläche: 4, 24.
3. Geringerer Kubikinhalt: 4, 6, 7, 12, 15, 17, 19, 21, 22, 23, 24, 27, 33, 35, 39, 40, 41, 44, 45, 48, 54, 55.
4. Geringeres Gewicht: 7, 15, 23, 27, 35, 40, 54, 55.
5. Zartere Verhältnisse aller Theile: 33, 34, 38, 40, 44, 54.
6. Dünnere Knochen: 7, 15, 23, 27, 36, 55.
7. Glättere (wie polirte) äussere Oberfläche: 2, 3.
8. Feiner gezackte Schädelnähte: 56.
9. Engere Hirnschalenlöcher: 2, 3, 19.
10. Geringere Entwicklung der Knochenvorsprünge für den Muskelansatz: 3, 9, 23, 29, 38, 40, 44, 52, 55.
11. Geringere Entwicklung der Protuber. occip. ext. und der Lin. nuchae: 9, 11, 18, 26, 38, 40.
12. Geringere Entwicklung der Schläfenlinien: 9, 18, 38.
13. Geringere Entwicklung der Knochenleisten am Unterkieferwinkel: 9, 26.
14. Geringere Grösse des Processus mastoides: 9, 18, 26, 40, 56.
15. Geringere Entwicklung der Incisura mastoidea: 26.

16. Geringere Entwicklung des Processus styloides: 26, 40.
17. Geringere Entwicklung der Arcus superciliares: 2, 3, 9, 18, 26, 38, 40, 48, 52, 56, 57.
18. Geringere Entwicklung der Höcker für die Insertion des M. masseter am Jochbogen: 2, 40.
19. Geringe Entwicklung oder Fehlen der Glabella: 2, 3, 26, 38, 40, 56.
20. Weniger breite und massige Hinterhauptscondylen: 3, 26, 38, 40.
21. Weniger prominente Hinterhauptscondylen: 38.

Widerspruch.
22. Weniger entwickelte Fossae caninae: 26.
23. Tiefere Wangengruben: 44.

24. Geringere Breite des unteren Oberkieferrandes: 10, 26, 38.
25. Schwächere Arcus alveolares: 26.
26. Mehr elliptisch in die Kiefer eingelassene obere und untere Zahnfächer: 2, 3, 33, 38, 44.
27. Etwas zugespitzter Zahnbogen: 56.
28. Kleinere Zähne: 3, 4, 9, 26, 38, 56.

Widerspruch.
29. Grössere, obere, mittlere Schneidezähne: 44, 51, 56.
30. Grösse der mittleren, oberen Schneidezähne ist kein Geschlechtsmerkmal: 50.

31. Dem Alveolarfortsatz nicht so hoch eingepflanzte Eckzähne: 2.
32. Starke Ausbildung der Stirn- und Scheitelhöcker: 9, 18, 19, 26, 33, 44, 56, 57.
33. Weniger entwickelte Stirnhöhlen: 2, 3, 38, 44, 56, 57.
34. Senkrechte Stellung der Stirn: 9, 11, 18, 23, 26, 29, 38, 40, 44, 47, 54, 56.
35. Winkliger Uebergang vom Scheitel zum Hinterhaupt: 9, 18, 29, 40.
36. Geringere Länge des Skhädels: 4, 7, 21, 37, 41.
37. Geringere Höhe des Schädels: 7, 9, 11, 15, 18, 21, 27, 32, 37, 40, 41, 42, 52, 53.

Widerspruch.
38. Schädel schmaler (mehr dolichocephal): 6, 8, 9, 10, 51, 53.
39. Schädel breiter (mehr brachycephal): 4, 7, 15, 28, 32, 34, 37, 45.

40. Der Schädel ist, von oben gesehen, ein Breitoval mit weit hinten liegender grösster Breite: 7, 18.
41. Der Schädel verschmälert sich rasch nach vorn zu: 2, 15.
42. Das Schädeldach überwiegt die Schädelbasis: 9, 18, 42, 46, 47.
43. Die 3 Hirnkapseldurchmesser werden in ihrer relativen Grösse nicht durch das Geschlecht beeinflusst: 42.
44. Vorderhaupt in Länge relativ gleich, trotzdem kleiner: 15, 19, 23.
45. Vorderhaupt (und Stirn) niedriger: 15, 23, 54.
46. Das Vorderhaupt hat einen schmaleren Schläfentheil: 15, 23, 24, 54.
47. Vorderhaupt sagittal stark, horizontal wenig gekrümmt: 14, 15, 40.

48. Vorderhaupt an der Schläfengegend wenig gekrümmt: 24.
49. Stirn relativ weniger entwickelt: 56.
50. Stirn erscheint breiter (besonders rel. zur Gesichtsbreite): 47.
51. Die Stirnhöcker stehen mit Rücksicht auf die Schädellänge entfernter von einander, mit Rücksicht auf die Schädelbreite näher zusammen: 14, 15.
52. Mittelhaupt kürzer und niedriger: 15, 47.
53. Mittelhaupt im Vergleich zum Vorderhaupt länger: 7, 24.
54. Mittelhaupt in der Diagonale flacher gewölbt: 14.

Widerspruch:

55. Mittelhaupt sagittal flacher gekrümmt: 7, 9, 14, 15, 18, 19, 23, 33, 38, 44, 53, 54, 56.
56. Mittelhaupt (Scheitelwirbel) median stärker gekrümmt: 24.

57. Mittelhaupt quer stärker gewölbt: 14, 15, 18, 23, 24.
58. Sagittale Crista sehr selten: 18.
59. Scheitelbeine breiter: 15.
60. Scheitelbeine quer stärker gewölbt: 14, 15.
61. Scheitelbeinhöcker weiter auseinander und tiefer liegend: 14, 15, 19, 24.

Widerspruch:

62. Oberes Schädelviereck absolut und relativ grösser: 6, 10.
63. Oberes Scheitelviereck kürzer, breiter, nach vorn mehr verschmälert: 15.

64. Keilbeinschläfenfläche nur an der Schläfenschuppe niedriger: 7, 15.
65. Keilbeinschläfenfläche stark horizontal gekrümmt: 14, 15.
66. Grosse Keilbeinflügel rel. gross: 9.
67. Ohr tiefer sitzend: 15, 32.
68. Ohr weiter nach vorn sitzend: 24.

Widerspruch:

69. Hinterhaupt nach hinten verlängert, stärker entwickelt, grösser, eigenthümlich kuglig nach hinten vorgewölbt: 4, 6, 11, 12, 13, 33, 44, 46, 47, 56.
70. Hinterhaupt rel. gleich gross: 24.
71. Hinterhaupt weniger vorgebaucht: 7.

72. Hinterhaupt mit steiler aufgerichtetem Receptaculum cerebelli: 7.
73. Hinterhaupt mit längerer Schuppe, kleinerem Interparietale, grösserem Receptaculum cerebelli: 7, 15.
74. Hinterhaupt mit rel. grösserer Höhe: 15.
75. Hinterhaupt mit rel. geringerer Breite: 4, 8, 15.
76. Hinterhaupt mit starker Entwicklung in der Diagonale, und mit deutlicher Verschmächtigung nach abwärts: 14, 15.
77. Hinterhaupt mit sagittal flacherer, quer stärkerer Krümmung: 7, 14, 15.
78. Hinterhaupt mit mehr horizontal gestellter Schuppe: 6.
79. Hinterhaupt kleiner im Verhältniss zum Vorderhaupt: 46, 47.
80. Hinterhauptswirbel weniger geräumig: 4.
81. Die Hinterhauptsansicht stellt ein Queroval dar, das oben breiter als unten ist: 5.

Widerspruch:
82. Basis kürzer, kleiner und schmaler: 2, 6, 7, 14, 15, 22, 23, 47.
83. Schädelgrund absolut gleich, relativ grösser: 24.

84. Die Basis stellt ein Breitoval dar: 7.
85. Die Basis zeigt längere und schmalere Pars basilaris: 4, 5, 6, 15.

Widerspruch:
86. Basis mit grösserem Sattelwinkel: 6.
87. Basis mit kleinerem Sattelwinkel: 15.

88. Foramen occipitale magnum kleiner: 7, 17, 18, 23, 24, 27, 38.

Widerspruch:
89. For. occip. magn. mehr länglich rund: 15.
90. For. occip. magn. mehr rundlich: 7, 48.

91. Starke Vorwölbung zu beiden Seiten des For. occ. magn.: 10.
92. Foramina stylomastoidea näher beisammen gelegen: 14, 15.
93. Foramina stylomastoidea weiter nach vorn gelegen: 24.
94. Foramina ovalia weiter auseinander liegend: 14, 15.
95. Warzenfortsätze näher beisammen liegend: 7.
96. Gesicht absolut kleiner, relativ gleich gross: 24.
97. Gesichtsschädel relativ kleiner als Gehirnschädel: 2, 3, 4, 7, 8, 9, 15, 19, 36, 42, 46, 47, 54, 57.
98. Der Gesichtsschädel ist ein Breitoval: 7, 37.
99. Der Gesichtsschädel ist oben wenig, unten mehr verschmälert: 15.
100. Gesichtsschädel niedriger (und kürzer): 9, 15, 19.
101. Gesichtsschädel schmäler: 7, 48.
102. Gesichtsschädel mit kleinerem Gesichtsvolumen: 42.

Widerspruch:
103. Gesichtsschädel mehr orthognath: 7, 9, 15.
104. Gesichtsschädel (bes. auch am Alveolarfortsatz des Oberkiefers) mehr prognath: 6, 8, 10, 12, 22, 24, 31, 40, 48, 51, 54.

105. Gesichtsschädel mit kürzerem Obergesicht: 48.
106. Gesichtsschädel mit relativ breiterem Oberkiefer: 15.
107. Gesichtsknochen im ganzen feiner: 2, 3, 4.
108. Jochbogen dünner, schlanker und kürzer (durch die flachere Krümmung): 14, 15, 37, 38.

Widerspruch:
109. Augenhöhlenöffnungen relativ grösser: 6, 7, 9, 15, 19, 45.
110. Augenhöhlenöffnungen relativ kleiner: 18, 48.

111. Augenhöhlenöffnungen einen relativ grösseren Theil des Gesichtes einnehmend: 4.
112. Augenhöhlenöffnungen relativ zur Gesichtsbreite weiter entfernt von einander (rel. grössere Interorbitalbreite): 7, 48.
113. Augenhöhlenöffnungen oval: 7.
114. Aeusserer oberer Orbitalrand schmal, zugeschärft: 26, 38, 40, 56.
115. Augenhöhlenöffnungen mit herabgezogenem unterem äusserem Winkel: 7, 33, 44, 56.
116. Grösserer Orbitalindex: 30.
117. Die Achsen der Augenhöhlenöffnungen bilden mit der Medianebene eher einen rechten Winkel: 48.
118. Geringere Capacität der Augenhöhlen: 16, 27.

119. Gaumen kürzer und breiter: 7, 9, 15, 26, 48.
120. Gaumen mehr kreisförmig: 4.
121. Gaumengewölbe und Mundhöhle kleiner und niedriger: 2, 3.
122. Choanen kleiner und niedriger: 14, 15, 26, 54.
123. Choanen breiter als hoch: 4.
124. Nasenbeine oft höher hinaufreichend: 44, 56.
125. Nasenrücken flacher: 7.
126. Nasenwurzel breiter: 15.
127. Nasenhöhlen kleiner: 25, 27.
128. Nasenöffnungen kleiner, niedriger und etwas schmaler: 4, 48.
129. Grösserer Nasenindex (grössere Mesorrhinie): 58.
130. Kleinerer Unterkiefer: 4, 7, 9, 15, 26.
131. Unterkieferwinkel näher zusammen: 24.
132. Unterkiefer zarter: 4, 40, 58.
133. Unterkiefer leichter: 20, 27.
134. Unterkiefer, auch im Verhältniss zum Schädelgewicht, leichter: 27.
135. Unterkiefer mit flacher Krümmung und breitem Kinn: 15, 56.
136. Kinn mit einfachem Höcker: 38.
137. Kleine, niedrige, schmale Unterkieferäste: 7, 15, 26.
138. Unterkieferäste unter grösserem Winkel eingepflanzt: 7, 10, 15, 38.

Zum Schlusse sei es mir gestattet, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. SCHWALBE, für die Anregung zu dieser Arbeit und die Ueberlassung des Materials aus dem anthropologischen Museum des anatomischen Institutes meinen herzlichsten Dank auszusprechen. Herrn Professor Dr. PFITZNER, der mich bei der Durchsicht der Sammlungsnotizen bestens unterstützte, und Herrn Privatdocenten Dr. MEHNERT gegenüber, der die Freundlichkeit hatte, mir die Maasstabellen seines in diesem Jahre erscheinenden Kataloges der anthropologischen Sammlung des hiesigen anatomischen Instituts zur Anfertigung von Auszügen zur Verfügung zu stellen, fühle ich mich ebenfalls zu Dank verpflichtet.

Probetabelle I.

Laufende Nummer: 30.

Nummer der Sammlung: 82.

1. Grösse des Schädels: sehr gross.
2. Nähte: grobzackig.

In der Norma lateralis:

3. Grössenverhältniss von Gesichts- zu Hirn-Schädel: Mässiges Ueberwiegen des Hirnschädels.
4. Glabella: sehr kräftig.
5. Arc. superciliar.: kräftig.
6. Stirnprofil: zurückliegend.
7. Tub. frontal.: mässig.
8. Uebergang von Stirn zum Scheitel: allmählich.
9. Scheitelprofil: flach.
10. Uebergang von Scheitel zu Hinterhaupt: rasch abfallend.
11. Richtung und Wölbung des oberen Theiles der Hinterhauptsschuppe: von oben nach unten wenig gewölbt.
12. Richtung und Wölbung des unteren Theiles der Hinterhauptsschuppe: fast geradlinig nach vorn und unten.
13. Hinterhaupts-Protuberanz: sehr gross.
14. Lin. nuchae: wulstig.
15. Proc. mastoid.: gross.
16. Schläfenlinien: kräftig.
17. Stellung des Alveolarfortsatzes des Oberkiefers gegen die Horizontale: mässig vorspringend.
18. Stellung der Linie von der Stirnnasennaht zum Kinn (Gesichtshöhe) gegen die Horizontale: senkrecht.

In der Norma facialis:

19. Gesichtsform: breites Fünfeck.
20. Stirnhöhe: mittelhoch.
21. Augenhöhlen: gross, abgerundet viereckig, äusserer oberer Rand breit.
22. Neigung des äusseren unteren Augenhöhlenwinkels nach abwärts: stark.
23. Winkel beider Orbitalachsen mit der Medianlinie, stark von einem rechten Winkel abweichend.
24. Jochbogen: massiv, mässig abstehend. (Ansatz des M. masseter am Jochbog. sehr breit, höckerig.)

In d. N. verticalis:

25. Scheitelansicht: schmales Oval, nach vorn wenig verschmälert.
26. Tub. parietal.: mittelstark.

In der Norma occipitalis:

27. Hinterhauptsansicht: stark abgerundetes Fünfeck, unten wenig verschmälert.
28. Gestalt des Scheitels: gewölbt.
29. Schädelbasis-Profil: nach unten vorgewölbt.
30. Gegend des For. occip. magn.: trichterförmig herabgezogen.

In der Norma basilaris:

31. For. occip. magn.: sehr gross, rundlich, eingeschnürt.
32. Hinterhauptscondylen: sehr gross, prominent, stark gekrümmt.
33. Incis. mastoid.: tief, schmal.
34. Proc. styloid.: sehr kräftig.

35. Alveolarfortsatz des Oberkiefers: sehr hoch.
36. Jug. alveolar.: mittelstark.
37. Juga der Eckzähne: stark, sehr hoch.
38. Unterer Oberkieferrand: mittelbreit.
39. Form des Zahnbogens: rundlich.
40. Zähne: gross.
41. Fossa canina: tief.
42. Unterkiefer: gross.
43. Knochenleisten am Unterkiefer: kräftig.
44. Kinnprotuberanz: sehr kräftig.

Bemerkungen:

Geschlecht nach dem Ergebniss der Untersuchungen: ♂.

Geschlecht nach Angabe in den Sammlungen: ♂.

Alter: 30 Jahre.

Heimat: Strassburg (Stadtkreis Strassburg), Unt.-Elsass.

Probetabelle II.

Laufende Nummer: 37.
Nummer der Sammlung: 84.

1. Grösse des Schädels: klein.
2. Nähte: grosszackig.

In der Norma lateralis:

3. Grössenverhältniss von Gesichts- zu Hirn-Schädel: Geringes Ueberwiegen des Hirnschädels.
4. Glabella: wenig entwickelt.
5. Arc. superciliar.: sehr wenig entwickelt.
6. Stirnprofil: senkrecht.
7. Tub. frontal.: sehr stark.
8. Uebergang von Stirn zu Scheitel: rasch umbiegend.

In der Norma lateralis:

9. Scheitelprofil: flach gewölbt.
10. Uebergang von Scheitel zu Hinterhaupt: rasch abfallend.
11. Richtung und Wölbung des oberen Theiles der Hinterhauptsschuppe: von oben nach unten gewölbt, Hinterhaupt wenig kapselartig vorspringend.
12. Richtung und Wölbung des unteren Theiles der Hinterhauptsschuppe: fast geradlinig nach vorn unten.
13. Hinterhaupts-Protuberanz: mässig entwickelt.
14. Linea nuchae: wulstig.
15. Proc. mastoid.: klein.
16. Schläfenlinien: mittelstark.
17. Stellung des Alveolarfortsatzes des Oberkiefers gegen die Horizontale: mässig vorspringend.
18. Stellung der Linie von der Stirnnasennaht zum Kinn (Gesichtshöhe) gegen die Horizontale: wenig zurückliegend.

In der Norma facialis:

19. Gesichtsform: längsoval.
20. Stirnhöhe: niedrig.
21. Augenhöhlen: klein, abgerundet, viereckig, oberer äusserer Rand zugeschärft.
22. Neigung des äusseren unteren Augenhöhlenwinkels nach abwärts: mässig.
23. Winkel beider Orbitalachsen mit der Medianlinie: stark von einem rechten Winkel abweichend.
24. Jochbogen: mässig kräftig, ziemlich anliegend; (Ansatz des M. masseter am Jochbogen: breit, mässig höckerig).

In d Norma verticalis:

25. Scheitelansicht: breitoval, nach vorn sehr stark verschmälert, an den Schläfen platt.
26. Tub. parietal.: sehr stark.

In der Norma occipitalis:

27. Hinterhauptsansicht: abgerundetes Fünfeck, unten sehr stark verschmälert.
28. Gestalt des Scheitels: flach gewölbt.
29. Schädelbasis-Profil: nach unten stark vorgewölbt.
30. Gegend des For. occip. mag.: leicht nach unten vorgezogen, median eingeschnitten.

In der Norma basilaris:

31. For. occip. magn.: mittelgross, länglich rund.
32. Hinterhaupts-Condylen: mittelgross, wenig prominent, stark gekrümmt.
33. Incis. mastoid.: flach, ziemlich breit.
34. Proc. styloid.: sehr dünn.

35. Alveolarfortsatz des Oberkiefers: sehr hoch.
36. Jug. alveolar.: mittelstark.
37. Juga der Eckzähne: hoch, mittelstark.
38. Unterer Oberkieferrand: breit.

39. Form des Zahnbogens: elliptisch.
40. Zähne: mittelgross.
41. Fossa canina: rechts mitteltief, links flach.
42. Unterkiefer: mittelgross.
43. Knochenleisten am Unterkiefer: sehr wenig kräftig.
44. Kinnprotuberanz: schwach, einfach.

Bemerkungen:
Geschlecht nach dem Ergebniss der Untersuchungen: ♀.
Geschlecht nach Angabe in den Sammlungen: ♀.
Alter: 17 Jahre.
Heimat: Schweinheim (Kreis Zabern), Unter-Elsass.

Beiträge zur Morphologie des Schädels.
I.: Primordial-Cranium und Kieferbogen von Rana fusca.

Von

Dr. E. Gaupp.
Assistent am Kgl. anatomischen Institut zu Breslau.

(Aus dem anatomischen Institut zu Breslau.)

Hierzu Tafel 13—16 und 2 Textabbildungen.

Einleitung.

Die vorliegende Abhandlung bildet das erste Glied einer in Aussicht genommenen Reihe von Arbeiten, die den Knorpelschädel der Wirbelthiere zum Gegenstande der Untersuchung haben sollen. Die bisherigen Bearbeitungen dieses Kapitels gestatten noch nicht einmal einen genügenden Ueberblick über die Art der Umwandlungen, die der Knorpelschädel phylogenetisch durchmacht, geschweige denn einen Einblick in die Bedingungen, die dabei wirksam sind. Und doch — schon in der blossen Erkenntniss, dass der aus vielen Einzel-Stücken bestehende knöcherne Schädel auch der höheren Wirbelthiere ontogenetisch einen Vorläufer habe, der eine Zeit lang ein continuirliches knorpliges Ganze bilde, wie auch die Phylogenie den Schädel auf der niedrigsten Stufe, wo man von einem solchen wirklich reden kann, als continuirliches Knorpelcranium zeigt, — lag auch die Forderung begründet, dass die Morphologie des Schädels zunächst eine Morphologie des Knorpelcraniums sein müsse.

Merkwürdigerweise hat GEGENBAUR's Epoche machendes Werk über den Selachier-Schädel nach dieser Richtung hin die Forschung nicht in gleicher Weise beeinflusst, wie dies hinsichtlich allgemeiner Fragen über die Zusammensetzung und die Bedeutung des Kopfes der Fall gewesen ist. Jener Forderung ist bisher keineswegs genügt; bei den Untersuchungen, die sich mit den Schädeln der über den Selachiern stehenden Thiergruppen beschäftigten, drängten sich fast immer die secundären Gebilde, die Knochen, derart in den Vordergrund, dass sie ganz ausschliesslich oder doch hauptsächlich Berücksichtigung fanden. Offenbar ist das aber wieder noch ein ganz besonderes Problem: festzustellen, welche Momente zusammenwirken, um den continuirlichen Knorpelschädel in eine Anzahl knöcherner Territorien zu zerlegen, ursprünglich getrennt Angelegtes hierdurch vereinigend, ursprünglich Zusammengehöriges trennend, und welche andrerseits das Auftreten ganz neuer, dem Knorpelschädel gänzlich fremder, Knochentheile nothwendig machten.

Es ist hier nicht meine Absicht, einen Ueberblick über die Ar-

beiten der Forscher zu geben, denen wir wichtige Kenntnisse inbetreff des ganzen Primordialcraniums oder besonderer Theile desselben, sei es bei einzelnen Formen, sei es bei ganzen Ordnungen einzelner Klassen, — wie WIEDERSHEIM über die Urodelen, SAGEMEHL über die Teleostier — verdanken. Nur auf einen Forscher, dessen Name wohl auf dem Gebiete der Schädelforschung immer unter den ersten genannt werden wird, sei besonders hingewiesen: W. K. PARKER. Man könnte angesichts der ausserordentlich zahl- und umfangreichen Arbeiten PARKER's meinen, dass sich kaum noch etwas Neues über den Schädel sagen liesse. Allein es sind mehrere Punkte, die den praktischen Werth dieser Arbeiten beeinträchtigen. Einmal ist es die schon häufig hervorgehobene Unzulänglichkeit der Methode — der Lupen-Untersuchung —, die selbst bei einer so bewunderungswürdigen Sorgfalt und Geschicklichkeit wie der PARKER's oft im Stiche lassen musste, so dass die Resultate PARKER's doch immer erst der Prüfung mittelst besserer Methoden bedürfen. Dann aber kann man sich häufig genug bei PARKER's Schilderungen des Gedankens nicht erwehren, dass dem Autor der stricte Begriff der „Homologie" nicht ganz klar geworden ist. Es werden häufig mit demselben Namen Gebilde belegt, die höchstens ganz äusserliche Aehnlichkeiten aufweisen, analoge Bildungen darstellen. aber nicht homologe. So ist auch eine Verwerthung der PARKER'schen Angaben in vergleichender Hinsicht nur mit Vorsicht möglich. Ferner sind gerade bei PARKER in der Schilderung knöcherne und knorplige Schädeltheile derart mit einander verquickt, dass es oft sehr schwer hält, eine klare Anschauung des jeweiligen Zustandes jeder dieser beiden Bestandtheile zu erlangen. Der allgemeineren Kenntniss und Verwendung der PARKER'schen Originalarbeiten dürfte aber schliesslich auch das nicht günstig gewesen sein, dass PARKER selbst mit BETTANY später die Hauptresultate einer Anzahl von Arbeiten in der „Morphology of the Skull" zusammengefasst hat. Nun sind aber gerade mehrere sehr wichtige Arbeiten erst nach der Morph. of the Skull vollendet, also in letzterer noch nicht aufgeführt, — gleichwohl mag aber auch ihnen das Vorhandensein einer bequemeren, zudem in Uebersetzung erschienenen Zusammenfassung verhängnissvoll geworden sein. Wenigstens begegnet man Anführungen dieser Arbeiten kaum jemals in der Literatur. So wird eine Neubearbeitung des Schädels nicht nur die Irrthümer PARKER's zu berichtigen, sondern auch dem Namen des englischen Forschers einen Theil der ihm gebührenden Verdienste erst zu retten haben.

Eine solche Neubearbeitung des Knorpelschädels, unter vorläufiger Vernachlässigung der Knochen, erschien demnach bei einer Einsicht in die vorhandene Literatur als lohnend und geradezu nothwendig. Sie wäre leichter und systematischer vielleicht mit den Cyclostomen oder doch mit den Fischen begonnen worden; rein äusserliche Gründe

zwangen mich, zunächst das Anuren-Cranium zum Gegenstand der genaueren Untersuchung zu machen. Freilich erschwert bei den Anuren das lange Larvenleben, das viele specielle larvale Einrichtungen nöthig macht, die Untersuchung recht erheblich, doch habe ich keine Veranlassung, dies als ein besonderes Missgeschick zu beklagen, wie es PARKER thut, der ebenfalls mit dem Frosch-Schädel angefangen hatte (33 p. 601). Durch seine und anderer Forscher Arbeiten bereits auf eine breitere und festere Basis für die Deutung der beobachteten Thatsachen gestellt, erkannte ich immer mehr im Anuren-Cranium ein ausserordentlich günstiges Object, das uns in vieler Hinsicht die Vermittelung zwischen den Cranien der Fische und der höheren Formen bietet, und dem gegenüber z. B. das der Urodelen, die ja in mancher Hinsicht tiefer stehen, einen durchaus reducirten Zustand darstellt. Dass eine neue Bearbeitung des Gegenstandes, wenn sie fruchtbringend sein sollte, die Entwicklung der einzelnen Theile ins Auge zu fassen hatte, lag auf der Hand, und damit war für mich der einzuschlagende Weg vorgezeichnet. Späteren Arbeiten wird es vorbehalten bleiben, das, was ich nur an einer Form, die mir am leichtesten und in grösster Menge zugänglich war, ausführen konnte, auf andere auszudehnen.

Ausser den eigentlich „cranialen“ Theilen habe ich gleichzeitig schon die Elemente des Kieferbogens mit in den Bereich der Untersuchung gezogen; ihre Beziehungen zu dem Schädel sind ja auch so innige, dass man sie kaum von ihm trennen kann. Dagegen muss ich mir die Bearbeitung des Kiemenskeletes auf später versparen.

Der bisherige Mangel eines eingehenden Vergleiches zwischen den verschiedenen Formen der Gestaltung und Ausbildung, die der Knorpelschädel in der Thierreihe darbietet, spricht sich auch deutlich genug in dem Fehlen einer einheitlichen, nur auf die Knorpeltheile bezüglichen, Nomenclatur aus. Schon HERTWIG (24 p. 7 Anm.) macht auf das Unzweckmässige einer Nomenclatur aufmerksam, die einzelne Partien des continuirlichen Knorpelcraniums mit dem Namen eines, bei höheren Thierformen die Stelle des Knorpels einnehmenden, Knochens belegt, und stellt die natürliche Reihenfolge der Betrachtung, die die höhere Form aus der niederen zu erklären und zu verstehen strebt, auch für das Cranium als dringendes Postulat hin. Speciell mit Bezug auf die Amphibien sagt er: „Eine richtige Beurtheilung des Primordialcraniums der Amphibien wird erst dann möglich sein, wenn man dasselbe für sich als ein abgeschlossenes Ganze betrachtet und ohne Rücksicht auf die ihm secundär aufgelagerten Deckknochen dasselbe in seinen einzelnen Theilen von den Zuständen niederer Thiere, namentlich den Knorpelcranien der Selachier, abzuleiten und zu erklären sucht. Eine eigene Benennung der Theile wird sich dann von selbst als nothwendig erweisen.“

Mit der hier als nothwendig erkannten Schaffung einer besonderen, nur den Knorpelschädel betreffenden Nomenclatur habe ich versucht, einen Anfang zu machen; völlig befriedigen wird eine solche freilich erst dann, wenn man im Stande ist, sie den bei allen Thierklassen als constant erkannten Beziehungen der einzelnen Theile anzupassen. Im übrigen habe ich der von HERTWIG gestellten Forderung in der vorliegenden Arbeit erst sehr unvollkommen Genüge leisten können. Es fehlte mir für den Augenblick noch das Material, um den Vergleich mit dem Selachier-Cranium als mit einem aus eigener Anschauung genauer gekannten Objecte durchzuführen. Zudem ist das, was bisher über die Entwicklung des Selachier-Schädels bekannt ist, noch recht unvollständig und daher vorerst noch durch erneute Untersuchungen zu ergänzen. Aus demselben Grunde musste auch vorläufig die sehr nothwendige Prüfung der seinerzeit von HUXLEY (27) aufgestellten Vergleiche des Anurenschädels mit dem der Cyclostomen unterbleiben. Dagegen hielt ich mich für berechtigt, schon hier und da Vergleiche mit dem Reptilien-Cranium vorweg zu nehmen, für das sich, da mir bereits eine grössere Anzahl Serien der verschiedenen Entwicklungsstadien zur Verfügung standen, die Folgerungen mit grösserer Bestimmtheit ergaben. Wenn trotz des bedeutenden Umfanges der Arbeit die Ausbeute in vergleichend-anatomischer Hinsicht nur gering ist, so darf ich wohl die Schwierigkeiten, welche die Entwicklung des Anurenschädels darbietet, andrerseits den bisherigen, doch noch recht wenig geordneten Zustand der Lehre vom Knorpelschädel für mich als Entschuldigungsgründe anführen.

Dem Verhalten des Kopfnervensystems ist in der Arbeit ein Raum eingeräumt worden, der vielleicht fast zu gross erscheint, wenn man bedenkt, dass es sich doch im vorliegenden Falle nur um einen Appendix handelte. Aber ich musste zwei Forderungen gerecht werden, einmal die sehr bedeutenden Umwandlungen im Verlaufe der Nerven während des Larvenlebens und nach der Metamorphose hervorzuheben und möglichst auf die Umbildung des Schädels zurückzuführen, andrerseits die vergleichend-anatomische Seite nicht ganz zu vergessen. Es handelt sich für mich dabei nicht um die Vorgänge der ersten Entwicklung, weder der Nerven selbst noch der von ihnen versorgten Theile, sondern um das Verhältniss des Nerven zu seiner Umgebung, um seine, wenn ich so sagen darf, mehr topographisch-anatomischen Beziehungen. Eine derartig vergleichende Anatomie der Kopfnerven — die nicht nur zootomische Ergebnisse, sondern auch Erklärungen, wirkliche Vergleiche liefert — ist bis zum Augenblicke noch kaum angebahnt; sie kann nur geschaffen werden im unmittelbaren Anschluss an die vergleichende Anatomie des Schädels. Es ist mir im Laufe der Bearbeitung des Stoffes immer klarer zum Bewusstsein gekommen, dass viele Lagebeziehungen der Nerven zu anderen Gebilden, nament-

lich des Schädels, als constante Grössen aufzufassen sind, und dass viele Punkte im Verhalten der Nerven, die bis jetzt zwar als „merkwürdig", „auffallend" bekannt waren, deren Deutung aber auch nicht einmal versucht war, sich erklären lassen — so weit man natürlich von Erklären reden kann — dass Vieles, was als regellos, fast als launenhaft erscheint, sich als gesetzmässig, als bedingt erkennen lässt, und zwar bedingt zumeist durch die Besonderheiten des Schädelbaues. Ich verweise z. B. auf das in der Arbeit besprochene Verhalten des III. Trigeminus-Astes zum MECKEL'schen Knorpel, auf das Verhalten des Facialis zur Ohrkapsel u. a. Was ich in dieser Hinsicht schon anführen konnte, ist zwar noch nicht viel, ich hoffe es aber bei späteren Arbeiten allmählich immer weiter vermehren zu können.

Methode.

Was nun die specielle Methodik betrifft, so bestimmte sich diese nach dem Zwecke der Arbeit. Dieser war aber lediglich, die Gestaltverhältnisse des Primordialcranium und seiner Theile auf den verschiedenen Stadien, also auch die Art ihrer Bildung, möglichst genau zu erforschen. Es kam mir demnach hier nicht auf histologische Untersuchungen an, vielmehr standen für mich die mehr grob anatomischen Verhältnisse im Vordergrunde des Interesses.[1])

Zu ihrer Feststellung wurden eine grosse Anzahl von Köpfen von Rana fusca aus allen Stadien der Larvenentwicklung bis zum jugendlichen Frosch von 4,5 cm Länge in Serienschnitte zerlegt. Als Färbungsmethode erwies sich mir für die meist mit Chrom- oder Chromessig-Säure vorbehandelten Objekte am besten Doppelfärbung mit Hämotoxylin und Orange G. Ersteres — ich habe sowohl KLEINENBERG'sches wie DELAFIELD'sches mit ziemlich gleichem Erfolge verwandt — wurde theils zum Durchfärben, theils zur Färbung auf dem Objectträger benutzt. Der Färbung mit Hämotoxylin folgte die mit Orange G. nach. Letzteren Farbstoff verwenden wir seit einiger Zeit in s a u r e r ($^1/_4$ % Salzsäure) alkoholischer Lösung und haben gefunden, dass dann die Färbung sehr schnell und prompt von statten geht. (Ich setze dem angesäuerten 70 %igen Alkohol eine geringe

[1]) Doch möchte ich dabei auf die Fülle von interessantem Untersuchungsstoff hinweisen, der auch in histologischer Hinsicht im Froschschädel liegt und bisher nur unvollkommen ausgebeutet wurde. In der Metamorphose gehen eine Menge Theile, Knorpel, Muskeln, Nerven in kurzer Zeit zu Grunde und andere bilden sich statt ihrer neu. Degenerations-, Atrophie-Processe und daneben solche der Hypertrophie, der gänzlichen Neubildung spielen sich an fast allen Geweben innerhalb kurzer Zeiträume ab, und ihre Untersuchung dürfte noch über viele Fragen interessante Auskunft geben.

Quantität einer concentrirten wässerigen Orange-Lösung zu — in der Mischung bleiben die Objectträger c. eine Minute.) Gerade für meine Zwecke war diese Methode vorzüglich geeignet, da fast alle Gewebe ausser dem Knorpel in der sauren Orange-Lösung ihre blaue Färbung mit einer gelben vertauschen und man dann nur den Knorpel schön violett gefärbt behält.[1]) Es handelt sich übrigens bei der Nachfärbung nicht um ein „Umfärben", wenn ich so sagen darf, sondern um ein „Ueberfärben", d. h. das Hämatoxylin wird nicht etwa ausgezogen, um dem Orange Platz zu machen, sondern das Orange verdeckt jenes nur. Den Beweis dafür sehe ich darin, dass man an Präparaten, die durch zu langes Verweilen in dem sauren Orange ihre Hämotoxylin-Färbung fast ganz verloren haben, diese wieder hervorrufen kann, wenn man die Objectträger in Alkohol bringt, dem eine Spur Ammoniak oder auch nur kohlensaurer Kalk zugesetzt ist. (Auch Brunnenwasser thut dieselben Dienste.) Das Orange wird dabei ausgezogen und die Hämatoxylin-Färbung kommt wieder zum Vorschein — ein Beweis, dass sie nicht zerstört, sondern nur verdeckt war.

Zur besseren Veranschaulichung der Umwandlungen, die das Primordialcranium erleidet, wurden eine Anzahl Modelle nach der BORN'schen Platten-Modellir-Methode hergestellt, und zwar theils vom ganzen Cranium, theils nur von einzelnen Abschnitten desselben behufs Feststellung der Entwicklung einzelner Theile. Gerade bei der Entwicklung mancher Abschnitte des Schädels, wie z. B. des so sehr complicirten Nasengerüstes, würde es gar nicht möglich sein, auf anderem Wege zur klaren Anschauung der Verhältnisse zu gelangen. Wurde ja auch gerade hierfür das Verfahren einst geschaffen! Im übrigen aber hiesse es wohl Eulen nach Athen tragen, wollte ich über den Werth einer jetzt so vielfach geübten Methode noch weitere Worte verlieren.

Von ganzen Cranien wurden vier modellirt, die ich als Grundlage für die im ersten Theil gegebene „Stadienbeschreibung" benutzte. Dass mit diesen „Stadien" keine natürliche Eintheilung der Entwicklungsgeschichte des Froschschädels statuirt werden sollte, ist wohl selbstverständlich; — nur für die Betrachtung wollte ich durch Herausgreifen jener „Stadien" einige Ruhepausen künstlich schaffen, und damit den Ueberblick über die ganze Entwicklung erleichtern.

[1]) Auch die Nerven und Ganglien werden dabei sehr deutlich, ganz besonders an Objecten, die nur mit Alkohol fixirt waren.

Literatur.

Da ich den einzelnen Abschnitten des zweiten Theiles meiner Arbeit specielle Literatur-Angaben vorausgeschickt habe, so will ich mich hier auf wenige Bemerkungen beschränken.

Abgesehen von älteren, nur unvollkommnen Darstellungen — so finden sich z. B. bei CUVIER (9.) Abbildungen des Kaulquappenschädels — sowie manchen zerstreuten Angaben, wie die über die Ohr-Columella bei RATHKE (37.), ist wohl die erste eingehende Schilderung des Anuren-Craniums und seiner Umwandlung aus dem Kaulquappenschädel die von DUGÈS 1835 (10.). Sie ist, abgesehen davon, dass sie eine vortreffliche Darstellung nicht nur des Schädels und seiner Umwandlungen, sondern auch der Muskeln giebt, auch noch darum wichtig, weil in ihr wohl zuerst die Unterscheidung zwischen den aus dem Knorpel und den „im Perichondrium" entstehenden Knochen scharf ausgesprochen und die allgemeinere Verbreitung eines Primordialschädels in Erwägung gezogen wird. In dieser Hinsicht ist ihr schon von KÖLLIKER (30.) die gebührende bedeutende Stelle zugewiesen werden. Auf die Abhandlung von DUGÈS folgt 1838 die „Vergleichende Entwicklungsgeschichte des Kopfes der nackten Amphibien etc." von REICHERT (39.), die gerade in Bezug auf die Entwicklung des Frosch-Cranium in vielen Punkten hinter der von DUGÈS gegebenen Darstellung zurückbleibt.

Erst im Jahre 1871 wird der Anurenschädel einer erneuten genauen Bearbeitung, von den frühsten Entwicklungsstadien bis zu dem ausgebildeten Zustand, unterzogen durch W. K. PARKER (32.), und diese erste Veröffentlichung PARKER's ist es, die wenigstens zum grössten Theil die Grundlage für das betreffende Kapitel in der „Morphology of the Skull" und damit der am meisten verbreiteten Schilderung abgegeben hat. Trotz der zahlreichen irrthümlichen Deutungen und oft falschen Darstellungen wird man doch, wenn man bedenkt, dass PARKER nur mit der Lupe gearbeitet hat, auch dieser seiner ersten Arbeit ihre grosse Bedeutung nicht absprechen können.

Von den in ihr untergelaufenen Irrthümern hat übrigens PARKER in seiner zweiten Arbeit über den Batrachierschädel von 1876 (33.) einige verbessert — seiner eigenen Aussage nach hauptsächlich in Folge von Hinweisen HUXLEY's — und so ist auch in die Morphology of the Skull eine danach modificirte Fassung aufgenommen.

In der soeben erwähnten zweiten Batrachier-Arbeit von 1876, sowie in einer dritten von 1881 (34.), hat dann PARKER noch den Schädel von Bufo, Dactylethra, Pseudis und einer grossen Menge anderer Anuren beschrieben und abgebildet. Ich habe diese sehr umfangreichen Arbeiten hin und wieder berücksichtigt; eine ganz ein-

gehende Besprechung der Besonderheiten, die nach ihnen bei den verschiedenen Anuren im Schädelbau vorhanden sind, behalte ich mir vor, bis mir wenigstens einiges Vergleichsmaterial zur Verfügung steht.

Seit PARKER ist eine zusammenhängende Schilderung des gesammten Anuren-Schädels nur noch von GÖTTE (21.) 1875 gegeben worden. GÖTTE kennt auffallender Weise die PARKER'sche erste Publication vom Jahre 1871 nicht und schafft sich daher eine eigene Nomenclatur, in der es nicht immer leicht ist, sich zurecht zu finden. Die durchaus subjective, schwer verständliche, Darstellung GÖTTE's hat es wohl bewirkt, dass die Resultate so gut wie gar nicht allgemeiner bekannt geworden sind. Ich habe die wichtigsten Abweichungen unserer Darstellungen in meiner Arbeit hervorgehoben.

Die genauesten Angaben in betreff der ersten Anlage des Cranium und des Visceralskeletes verdanken wir schliesslich PH. STÖHR (50.). Die grosse Bedeutung, die seinen beiden Abhandlungen über das Amphibien-Cranium in der Entwicklung der Lehre vom Aufbau des Schädels zukommt, ist zu bekannt, als dass ich nöthig hätte, besonders darauf einzugehen. Für meine eigene Arbeit habe ich überall das Endstadium der STÖHR'schen Untersuchung zum Ausgang gewählt und schliesse auch in der Darstellung unmittelbar an dasselbe an.

Theil I.

Stadien-Beschreibung.

Erstes Stadium.

Ganze Länge 14 mm, Körperlänge 6 mm. Die äusseren Kiemen sind beiderseits überwachsen. (Fig. 1—10.)

Dieses Stadium, das ich zum Ausgangspunkte meiner Untersuchungen gemacht habe, schliesst sich unmittelbar an das an, bis zu dem STÖHR die Entwicklung des Anurenschädels verfolgt hat und das in Fig. 18 der STÖHR'schen Arbeit nach einem Modell zur Darstellung gebracht ist. —

Die Hauptveränderung, die das Primordialcranium gegenüber dem von STÖHR dargestellten erkennen lässt, ist das Vorhandensein einer allerdings noch recht unvollkommenen knorpligen Ohrkapsel.

Basalplatte, Occipital-Region.

Mit der Betrachtung der hinteren Region des Schädels beginnend finden wir hier die Basalplatte (Fig. 1 Pl. bas.), in ihrer ganzen Länge durch die Chorda in zwei symmetrische Hälften getheilt. Sie endet vorn mit einem nasalwärts nur wenig concaven freien Rande, während im Anschlusse an ihre Seitentheile die beiden Trabekel sich nach vorne fortsetzen. Der Vorderrand der Basalplatte entspricht der vorderen Begrenzungsfläche der Ohrkapsel; vom Gehirn liegt der Platte noch ungefähr die hintere Hälfte des Mittelhirnes auf. Die Spitze der Chorda reicht bis dicht an den Vorderrand der Platte heran, nur ein ganz kleines Stück ist dorsal bereits von Knorpel überwachsen, sonst liegt die ganze Chorda auch dorsal — wie ventral — frei zu Tage.

Eine Trennung der Basalplatte in einzelne Abschnitte, wie sie von Stöhr als „vordere“ und „hintere Parachordalia“ beschrieben werden, ist auf diesem Stadium nicht mehr möglich, doch muss betont werden, dass nur im vordersten und hintersten Abschnitte die Stärke der Basalplatte gleich oder doch fast gleich der Höhe der Chorda ist (Fig. 1, 2, 4); entsprechend dem mittleren Drittel ist die Platte nicht nur absolut niedriger, sondern sitzt auch mehr dem unteren seitlichen Umfange der Chorda an, so dass dorsal ein bedeutenderer Antheil der Chorda freiliegt als ventral (Fig. 3). Dieser mittlere Abschnitt, einem Theile des „mesotischen Knorpels“ Stöhr's entsprechend, liegt ungefähr zwischen den beiden Stellen, an denen die Ohrkapsel bereits mit der Basalplatte verbunden ist, geht aber allmählich in den vorderen und hinteren Abschnitt über. —

Besondere Beachtung verdient das Verhalten der seitlichen Theile der Basalplatte. Wie weiter unten noch genauer auszuführen sein wird, ist sie auf diesem Stadium an zwei Stellen mit der Ohrkapsel verwachsen. Diese Stellen bezeichne ich als „Commissura basi-capsularis ant. et post.“ (Fig. 1 Com. b—c. a. und p.). Zwischen ihnen schiebt sich die Basalplatte ziemlich weit nach aussen vor, so dass sie nicht nur das Ganglion acusticum, sondern auch noch den medialen Abschnitt des Sacculus stützt. Sowohl an der Stelle der vorderen wie der hinteren basi-capsulären Verbindung bemerkt man eine ganz schwache Erhebung auf der Basalplatte, die ersten Andeutungen einer medialen Ohrkapselwand. Diese geben somit genau die Grenze zwischen Gehirn- und Labyrinth-Raum an, und aus ihrer Lage ist leicht zu ersehen, dass ein nicht unbeträchtliches Stück des Ohrkapselbodens bereits jetzt durch Knorpel gebildet wird, der der Basalplatte angehört.

Hinter der hinteren basi-capsulären Verbindung verschmälert sich

die Basalplatte und hört dann ziemlich plötzlich auf. Ihr lateraler Rand erreicht hier die hintere Ohrkapsel-Kuppel **nicht**. Auf Horizontalschnitten zeigt sich der hintere Rand jeder Basalplattenhälfte leicht nach hinten convex; es reicht also der Knorpel dicht neben der Chorda etwas weniger weit nach hinten als in den mehr lateralen Partieen. Im Anschluss an den hinteren Rand erstreckt sich ein Zug verdichteten Gewebes in einem nach aussen und etwas nach hinten convexen Bogen hinter der Glossopharyngeus-Vagus-Gruppe in die Höhe, — die Anlage des Occipitalbogens. Ebenso allmählich wie in die bindegewebe Anlage des Occipitalbogens geht der Knorpel der Basalplatte aber auch caudalwärts über in das die Chorda umhüllende skeletogene Gewebe. Die Bogenanlage des ersten Wirbels ist noch nicht scharf gesondert erkennbar.

Labyrinth-Region.

Die **Ohrkapsel**, zu deren Betrachtung ich mich jetzt wende, ist auf diesem Stadium noch recht primitiv. Damit hängt zusammen der noch sehr einfache Zustand des häutigen Labyrinthes, von dessen Ausbildung die der Knorpelkapsel zum grossen Theile abhängig ist. Es dürfte sich daher empfehlen, zunächst einen Blick auf jenes zu werfen.

Nur die drei **Bogengänge** sind bereits alle auf diesem Stadium von dem Hauptraume des häutigen Labyrinthes abgetrennt, und zwar durch Septa, von denen die am vorderen und hinteren Bogengange noch schmal sind, während das am äusseren schon durch beträchtliche Vermehrung des perilymphatischen Gallertgewebes merklich verbreitert ist (Fig. 3).

Utriculus und **Sacculus** sind dagegen noch nicht von einander getrennt, sondern bilden zusammen noch einen grossen gemeinsamen Raum (Cavum utriculosacculare, Fig. 3 Cav. u. s.), in den oben (späterer Sinus superior) die ampullenlosen Enden des vorderen und hinteren Bogenganges, hinten aussen das ampullenlose Ende des äusseren und hinten unten das Ampullen tragende Ende des hinteren Bogenganges einmünden, während eine vordere, mit besonderer Macula acustica versehene Fortsetzung (später als Recessus utriculi schärfer gesondert) die ampullären Enden des äusseren und vorderen Bogenganges aufnimmt. An den Ampullen sind die Cristae acusticae gut ausgebildet.

Die Wand des grossen Utriculo-Sacculus-Raumes buchtet sich nur erst am hinteren inneren Umfange in Form eines flachen Blindsackes aus, der sich später zur Lagena und Pars basilaris differencirt. Eine grosse Macula acustica liegt am inneren unteren Umfange des Utriculo-Sacculus-Raumes; auch die eben erwähnte Ausbuchtung trägt hohes Epithel.

Der **Ductus endolymphaticus** mündet an der medialen Seite des Cavum utriculo-sacculare. Der Gang selbst steigt neben der medialen Wand des oberen Abschnittes dieses gemeinsamen Raumes auf und erweitert sich bald zum Saccus endolymphaticus (Fig. 4, sa. endol.), der jetzt noch neben dem später zum Sinus superior werdenden Abschnitt liegt.

Das **perilymphatische** Gewebe, das die Grundlage für die später sehr bedeutenden perilymphatischen Räume abgiebt, ist zur Zeit erst sehr spärlich vorhanden.

Der Parallelismus zwischen der Ausbildung der Knorpelkapsel und der ihres Contentums zeigt sich nun darin, dass das, was von der Ohrkapsel bisher vorhanden ist, sich an den Wänden der bereits differencirten häutigen Bogengänge (aussen, vorn, hinten) findet, während ventral, wo sowohl das häutige Labyrinth sich noch im Zustande unvollkommener Entwicklung befindet, als auch das perilymphatische Gewebe einen sehr viel geringeren Raum als später beansprucht, erst durch die lateral vorgeschobenen Theile der Basalplatte eine gewisse Stütze geboten wird, medial und dorsal dagegen knorpelige Kapselwände überhaupt noch nicht bestehen.

Die bisher vorhandene periotische Kapsel beschränkt sich demnach auf den Canal. ext. sowie kleine Abschnitte des Can. ant. und post., und bildet im Ganzen eine längliche, ziemlich tiefe Schale, die nach innen offen, nach vorn, aussen und hinten geschlossen und zudem in toto nach aussen convex gekrümmt ist (Fig. 1). Ihr unterer innerer Rand ist an zwei Stellen mit der Basalplatte verbunden: „vordere und hintere basicapsuläre Verbindung". Dadurch dass die Kapsel sich über diese beiden Stellen hinaus nach vorn und hinten kuppelartig vorschiebt, ist die Eintheilung in eine „vordere" und „hintere Kuppel" (Fig. 1 cu. a. und cu. p.), sowie einen diese beiden verbindenden mittleren Abschnitt gegeben, der im Wesentlichen dem äusseren Umfange des äusseren Bogenganges angepasst ist. Dicht vor der vorderen basicapsulären Verbindung verläuft der R. hyomandibularis des Facialis-Ganglions nach aussen.

Da eine mediale Ohrkapselwand noch nicht existirt, so bildet am Knorpelschädel das Gehirn-Cavum mit den beiderseitigen Labyrinth-Cavis einen grossen gemeinsamen Raum, der jederseits nur von der erwähnten Knorpelschale begrenzt wird. Die Grenze zwischen beiden Räumen ist jedoch bereits durch die ebenfalls schon erwähnten Erhebungen der Basalplatte angedeutet.

Das speciellere Verhalten der Knorpelkapsel zu ihrem Inhalte stellt sich folgendermassen: Der obere, innere, freie Rand der äusseren Schale ist leicht verdickt und bezeichnet im mittleren Abschnitt ziemlich genau die Grenze zwischen äusserem häutigen Bogengang und dem medial von ihm gelegenen, aber mit seinem später zum Sinus sup. werdenden Abschnitte dorsal höher hinaufreichenden Utriculo-Sacculus-Raum. Vorn erstreckt sich der Knorpel auch nach innen oben auf den oberen äusseren Umfang des vorderen Bogenganges und geht hier über in den Knorpel der vorderen Kuppel. Der vordere Bogengang erhält dadurch eine kurze Strecke weit einen allerdings dünnen, oberen, knorpligen Ueberzug.

Ventralwärts ist die Ausdehnung der äusseren Knorpelschale nach innen ziemlich genau auf den unteren Umfang des äusseren Bogenganges beschränkt, der freie mediale Rand bildet die äussere Grenze des unten zu erwähnenden „primären Foramen ovale" (Fig. 1, F. ov. pr.).

Ziemlich genau ventralwärts von diesem unteren inneren Rande verläuft die Aortenwurzel (Aorta dorsalis, Ao. d. der Figg. 2—5), nach aussen von ihr liegt das langgestreckte Ganglion des Glossopharyngeus (Gg. IX) und lateral von diesem die Vena jugularis (V. jug.).

Im Bereich der vorderen Kuppel liegen die ampullären Enden des vorderen und äusseren Bogenganges nebst dem dieselben aufnehmenden vordersten Abschnitte des Recessus utriculi. Sie ist noch sehr flach und zudem unvollständig. Ihre vordere Begrenzungsfläche ist gut verknorpelt, medial aber ist nur im oberen Abschnitt (am medialen Umfange des vorderen Bogenganges) Knorpel vorhanden, während darunter, wo die mediale Wand des Recessus utriculi dem vereinigten Trigemino-Facialis-Ganglion eng anliegt, die Knorpelbildung noch gehemmt erscheint und das trennende periotische Gewebe erst den Charakter der „Anlage" (cf. Stöhr) hat. Ausser diesem medialen Defect der vorderen Kuppel findet sich noch eine zweite mit jenem zusammenhängende Lücke, die in Form einer Spalte von innen her in den Boden der Kuppel einschneidet. Sie entspricht der Anlagerungsstelle der Vena jugularis interna und ist auch auf späteren Stadien, wo im übrigen die Knorpelbildung schon viel weiter gediehen ist, hin und wieder noch nachzuweisen Schliesslich findet sich jetzt noch constant eine Lücke an der Decke, da wo dieser die Ampulle des vorderen Bogenganges anliegt (Fig. 1*).

Die mediale Wand der sehr flachen vorderen Kuppel schneidet im unteren Abschnitt sehr bald ab, und nur an der Verbindungsstelle mit der Basalplatte schiebt sich die schon mehrfach erwähnte niedrige Erhebung der Basalplatte zwischen das Trigemino-Facialis-Ganglion und die Wand des Recessus utriculi.

Der von mir als „hintere Kuppel" bezeichnete Abschnitt der Ohrkapsel enthält in der Ausdehnung, in der er augenblicklich besteht, noch den hintersten Abschnitt der später zur Pars basilaris und Lagena werdenden Sacculus-Ausbuchtung, und dazu den grösseren Theil des hinteren, absteigend nach vorn umbiegenden Bogenganges mit seiner Ampulle. Die niedrige Erhebung auf der Basalplatte, die im hinteren Abschnitt die Grenze zwischen Schädel- und Labyrinth-Cavum andeutet, befindet sich etwas vor der eigentlichen Verbindungsstelle der periotischen Kapsel mit der Basalplatte, und zwar medial von der Macula sacculi.

Am äusseren Umfange der hinteren Kuppel zeigt sich noch ein besonderer hinterster Abschnitt deutlich abgesetzt; in ihn tritt nur der hintere Bogengang ein, nicht aber der äussere, der schon vorher nach innen vorn umbiegt, um sich in den gemeinsamen Utriculo-Sacculus-Raum zu öffnen. Dieser hinterste Abschnitt der Ohrkapsel ist es auch, der später noch, wenn die Verschmelzung der Basalplatte mit der Ohrkapsel nach hinten hin fortgeschritten ist, frei bleibt (vgl. nächstes Stadium).

Es ist also bemerkenswerth, dass nur die Bogengänge eigene knorpelige Wandungen besitzen, während die medial und ventral gelegenen Theile, also vor Allem der Utriculo-Sacculus-Raum mit seinen functionell wichtigen Theilen von der Basalplatte eine — wenn auch unvollkommene — Stütze erhalten. Von dieser werden das Ganglion acusticum sowie die Macula sacculi getragen.

Durch den freien lateralen Rand der Basalplatte, den medial-ventralen Rand der Schaale am äusseren Bogengange und die beiden basicapsulären Verbindungen wird eine grosse am Boden der Ohrkapsel gelegene Lücke begrenzt, die ich als „primäres Foramen ovale" bezeichne. Sie besitzt jetzt noch eine sehr bedeutende Ausdehnung, namentlich nach vorne hin, wo noch der grössere hintere Abschnitt des Recessus utriculi mit der Macula rec. in ihren Bereich fällt. Hinten reicht das Foramen, auf das häutige Labyrinth bezogen, bis zur Gegend der vorhin erwähnten blinden Sacculus-Ausstülpung, aus der später die Lagena und Pars basilaris hervorgehen. Die

geringe Höhen-Entwicklung der ganzen Ohrkapsel bringt es mit sich, dass das For. ovale jetzt noch fast in einer Flucht mit der Basalplatte und dem untern Umfange des äussern Bogenganges liegt. Seine Ausdehnung in transversaler Richtung ist auch noch beträchtlicher als später. Geschlossen ist es zur Zeit durch einen kernreichen Gewebszug, der als unmittelbare Fortsetzung des Basalplatten-Knorpels erscheint und aussen in den Knorpel am äusseren Bogengange übergeht. Nur in den mittleren Partien, wo sich später das „secundäre Foramen ovale" erhält, ist das Gewebe nicht in den Knorpel der äusseren Schale selbst, sondern in deren äusseres (unteres) Perichondrium zu verfolgen (vergl. Figg. 4 mit 5).

Von den verschiedenen Theilen des häutigen Labyrinthes liegt der Sacculus mit seinen Theilen diesem Verschlussgewebe unmittelbar auf; der hintere Abschnitt des Recessus utriculi, der auch noch in seinem Bereich liegt, ist dagegen von ihm durch Gefässe und Nerven beträchtlich abgedrängt (Figg. 3 und 4).

Was der Ohrkapsel dieses Stadiums das charakteristische Gepräge verleiht, ist neben ihrer Unvollständigkeit das Prävaliren des äusseren Bogenganges, der fast die ganze Höhe der noch sehr niedrigen Kapsel einnimmt. Er tritt im Laufe der Entwicklung immer mehr gegen die medialen Theile, die eine bedeutende Höhen-Entwicklung erfahren, zurück. —

Eine Decke besteht zur Zeit in der Labyrinthregion noch nicht.

Orbital-Region.

In der gesammten Orbital-Region ist weder von einem Boden, noch von einer Decke die Rede. Es kommen nur in Betracht die Trabekel, die hinten mit den Seitentheilen der Basalplatte, vorn mit der „vorderen Trabecularplatte" zusammenhängen. Mit diesem Namen belege ich die horizontale Platte, die sonst auch als „Internasal", „Ethmoidal" oder „Ethmo-Vomerin"-Platte bezeichnet wird. Da ich den Namen „Ethmoïdalplatte" für eine spätere Bildung benutze, und der Ausdruck „Internasalplatte" den Verhältnissen zu wenig entspricht, so wähle ich den oben angegebenen (Pl. trab. ant. in den Figg.). Das, was Stöhr als „Trabecularplatte" behandelt hat, würde dann das Epitheton „hintere" erhalten müssen.

Durch die Trabekel, die Basal- und die vordere Trabecularplatte wird ein grosses den Boden der Orbitalregion einnehmendes Fenster, die „basi-craniale Fontanelle" (Parker) (Fig. 1 Fen. b.-cr.) begrenzt. Sie ist von rechteckiger Form, die längste Seite des Rechteckes liegt in der Richtung der Schädelaxe. Nach vorn reicht ihre Ausdehnung bis über die Frontalebene durch den Hinterrand der „quadrato-crani-

alen Commissur“ (p. 292) hinaus. Sie ist durch einen häutigen Boden, der sich zwischen beiden Trabekeln ausspannt, geschlossen. Die Trabekel sind in ihrem grösseren vorderen Abschnitte dreikantige Knorpelleisten, deren eine Kante direct nach oben gewendet ist. Weiter hinten runden sich die Kanten ab und beim Uebergange in die Basalplatte besitzt der Trabekelquerschnitt die Form eines stehenden Ovales. Dicht vor der Ohrkapsel ist jedem Trabekel der Proc. ascendens des Quadratums verbunden (Fig. 1 pr. asc.); von der Verbindungsstelle aus erhebt sich eine in sagittaler Richtung ganz schmale Leiste bis zum oberen seitlichen Rande des Schädelcavums: die erste Anlage einer knorpligen Schädelseitenwand. Unmittelbar vor derselben verlässt der N. oculomotorius, über den Trabekel laufend, den Schädelraum.

Eine zweite Andeutung einer höheren knorpeligen Seitenbegrenzung des Schädelcavums findet sich im vordersten Theile der Orbitalregion entsprechend der Stelle, wo sich die Commissura quadrato-cranialis ant. des Quadratums mit dem Trabekel verbindet. Auch hier ist die obere Kante des Trabekels etwas höher erhoben. Zwischen diesen beiden Stellen ist die Seitenbegrenzung des Cavum cranii nur häutig; nur der unterste Theil desselben erhält einen niedrigen lateralen Abschluss durch die innere nach unten innen abfallende Fläche des Trabekels. Durch häutig begrenzte Foramina passiren der N. opticus, oculomotorius und trochlearis.

Die „vordere Trabecularplatte“ ist zum grössten Theil noch vom Gehirn bedeckt, zwischen dessen beide Hälften sich ein auf ihr sich erhebender, niedriger, sagittal verlaufender Wulst eindrängt. Der vorderste Theil der Platte ist nur bedeckt mit indifferentem Schleimgewebe und schiebt sich zwischen die beiden Choanen vor (Fig. 6). Die Ausdehnung des Planum trabeculare ant. in naso-caudaler Richtung ist nicht bedeutend.

Ethmoidal-Region.

Die hauptsächlichsten Skelettheile der Ethmoidalgegend bilden die Cornua trabecularum. Es sind flache, von der vorderen Trabecularplatte aus nach vorn abwärts divergirende und zugleich vorn verbreiterte Platten, die wie abgeschnitten endigen. Ein eigentliches Nasenskelet existirt noch nicht.

Am vordersten Abschnitt ändert sich der Querschnitt des Trabekelhorns etwas. War er in seiner grössten Ausdehnung (cf. Figg. 8 und 9) ein sehr langes plattes Oval, so erscheint er ganz vorn — und ebenso die Stutzfläche jedes Trabekelhornes — dreiseitig (cf. Fig. 10), so dass die eine kürzeste Seite die unterste ist und fast horizontal läuft, die

beiden andern längeren nach oben innen convergiren. Die äussere ist demnach die längste. Mit der unteren horizontalen Kante der Abstutzungsfläche ist der Oberlippenknorpel gelenkig verbunden. Beide Trabekelhörner sind dorsal von indifferentem Gewebe bedeckt, das sich nach oben durch ein zahlreiche Pigmentzellen führendes Band: Lig. intertrabeculare sup. (L. i. tr. s.), wie es von Born genannt wurde, abgrenzt. Dieses Band geht lateral auf den oberen Umfang der beiden häutigen Nasensäcke über, die zur Zeit noch durchaus seitlich von den Trabekelhörnern liegen.

Ein zweites Band, das der Pigmentzellen entbehrt, verbindet als Lig. intertrabeculare inf. (L. i. tr. inf.) die Innenränder beider Trabekelhörner. Es ist dicht vor der vorderen Trabecularplatte kaum angedeutet und wird erst weiter vorn kräftig.

Der vordere Umfang des ganzen Nasensackes fällt ziemlich genau in einen Querschnitt mit dem hinteren Ende des Oberlippenknorpels, d. h. das vordere Drittel des Trabekelhornes ragt völlig frei vor den Bereich des Nasensackes vor und steht zu diesem in keiner Beziehung mehr. In diesem vorderen Drittel liegt daher der Pigmentzellenzug des Lig. intertrabeculare sup. unmittelbar dem kräftigen fibrösen Lig. intertrab. inf. auf (Figg. 6—9).

Der Zustand des häutigen Nasensackes auf diesem Stadium mag durch die Figg. 6—9 erläutert werden. Die Choanen, jederseits lateral von der vorderen Trabecularplatte gelegen, communiciren weit mit der Mundhöhle (Fig. 6) und erzeugen dadurch, dass ihre medialen Lippen sich sehr bedeutend nach innen verschieben, eine mediale Gaumenschleimhautrinne unterhalb der vorderen Trabecularplatte. Diese Rinne verstreicht nach vorn und hinten allmählich.

Das hohe Riechepithel erstreckt sich am medialen Umfange des Nasensackes bis herab zur Mundhöhle (Fig. 6).

Das ganze häutige Nasenrohr selbst ist noch sehr einfach und liegt seitlich von dem Trabecularhorn. Nur vorn in der Gegend der äusseren Apertur ist bereits eine medial und aufwärts gerichtete Ausstülpung vorhanden, die dem Trabecularhorn unmittelbar aufliegt, während der Hauptraum nach aussen abweicht. Jener mediale Blindsack ist die erste Anlage des späteren „unteren“ Blindsackes. Ueber seinen oberen inneren Umfang verläuft der R. nasalis des Trigeminus (ist in den Figg. mit V, 1 bezeichnet). Der untere Blindsack erstreckt sich am weitesten nach vorn und zwar, wie schon bemerkt, bis zu einer durch das hintere Ende des Oberlippenknorpels gelegten Querebene.

Schliesslich gehören zur Ethmoidal-Region noch die sogenannten „Oberlippen-Knorpel“, Theile des larvalen Kauapparates, die mit der Metamorphose ihre Bedeutung und ihre Existenz einbüssen. Der ganze larvale Kauapparat besteht bekanntlich aus zwei Oberlippenknorpeln und zwei Unterlippenknorpeln; die ersteren haben gemeinsame Anlage mit den Trabekelhörnern, die unteren eine solche mit dem Meckel'schen Knorpel (Stöhr). Dass beide Knorpelpaare scharfe Hornplatten, die Hornkiefer, tragen, ist bekannt und existirt darüber eine bedeutende Literatur, die erst kürzlich wieder zusammen-

gestellt wurde (Héron-Royer et Ch. v. Bambecke: La vestibule de la bouche chez les têtards des batraciens anoures d'Europe etc. Arch. de Biologie T. IX. 1889).

Auf diesem Stadium findet man Folgendes:

Die Oberlippenknorpel (C. lab. sup.) stellen in der Fläche gebogene breite Platten dar, deren lateraler und hinterer schmälerer Theil fast sagittal steht, während der mediale und breitere schaufelförmige Theil frontal gestellt ist. Die beiderseitigen berühren sich in der Mittellinie noch nicht, sondern sind durch einen beträchtlichen Zwischenraum von einander getrennt. Da, wo der sagittal gestellte Theil in die frontale Platte umbiegt, ist eine Stelle seines oberen Randes mit dem Unterrande des Trabekelhornes (cf. p. 290) gelenkig verbunden (Fig. 10). Der hintere, sagittal gestellte Antheil bildet einen Hebelarm, an dem die Muskeln angreifen. Der obere Hornkiefer ist erst sehr schwach und gering entwickelt. Die Hornbildung beschränkt sich vorläufig auf die seitlichen Partien, die mittleren zeigen erst ihren Beginn; es ist also der obere Hornkiefer ebenso wie seine Grundlage, der Oberlippenknorpel, noch in der Mitte unterbrochen.

Quadratum, Meckel'scher Knorpel, Unterlippen-Knorpel.

Es erübrigt noch, das Verhalten der den Kieferbogen angehörigen Skelettheile auf diesem Stadium zu betrachten.

Das Quadratum (Q) befindet sich noch fast genau in dem Zustande, wie auf dem von STÖHR beschriebenen und modellirten Stadium von 7 mm. Es stellt in seiner Hauptmasse ein plattes Knorpelband dar, das parallel dem Trabekel verläuft und vorn mit der Gelenkfläche für den MECKEL'schen Knorpel endet. An zwei Stellen hängt es mit cranialen Knorpeltheilen continuirlich knorpelig zusammen:

1. vor der Ohrkapsel,
2. dicht hinter der vorderen Trabecularplatte.

Die erste Verbindung stellt der „Processus ascendens“ (Pr. asc.) her. Ueber Namen und Homologie ist Theil II zu vergleichen. Er erstreckt sich in nur sehr wenig „aufsteigender“ Richtung vom Innenrand des hinteren Quadratabschnittes nach innen zum Trabekel und ist mit der oberen Kante desselben verbunden. Dicht über seinem Ursprunge legt er sich mit einer Anschwellung dem vorderen unteren Umfange der Ohrkapsel an, von diesem nur durch einen spaltförmigen Zwischenraum getrennt. Hier drängt sich die Vena jugularis int., von innen kommend, nach aussen. [1]) Dass auf der Verbindungsstelle

---

[1]) Ihr hauptsächlichster, aus der Schädelhöhle kommender Zufluss steigt zwischen dem Trigemino-Facialis-Ganglion und der vorderen Ohrkapselkuppel herab, ein zweiter

zwischen Proc. ascendens und Trabekel die erste Anlage einer Schädelseitenwand auftritt, wurde schon oben bemerkt.

Die zweite Verbindung des Quadratums mit dem Trabekel besteht hinter der vorderen Trabecularplatte. Sie wird hergestellt durch einen starken und breiten Knorpelbalken, der an Stärke den Trabekel übertrifft. Ich bezeichne sie als „Commissura quadrato-cranialis anterior“ (Fig. 1 Com. q.-cr. a.). An der Stelle, wo sie sich mit dem Quadratum verbindet, ist sie breiter als am Trabekel. Ungefähr von der Mitte ihres Vorderrandes aus erstreckt sich ein Band, unmittelbar vor der Choane verlaufend, nach vorn zur unteren äusseren Ecke des Trabekelhornes, dicht vor der vorderen Trabecularplatte. Ich will es als „Lig. quadrato-ethmoidale“ bezeichnen (Fig. 1 l. qu. ethm.). Genau entsprechend der Comm. quadrato-cranialis anterior erhebt sich der äussere Rand der Quadratplatte zu einem mit breiter Basis aufsteigenden, nach oben sich verschmälernden platten Fortsatz, dem Proc. orbitalis REICHERT's und PARKER's oder Proc. muscularis (Pr. m.), wie ich ihn lieber nennen möchte. Er deckt die auf dem Quadratum von hintenher zum MECKEL'schen Knorpel ziehenden Kaumuskeln („Temporalis“ und „Pterygoideus“) und bietet zugleich mehreren Muskeln Ursprungsstellen dar: von seiner Innenfläche entspringt mit zwei Portionen der sogenannte „Masseter“, von der Aussenfläche der „Depressor cartilaginis hyoideae“ und der „Depressor mandibulae“. Die Unterfläche des Quadratums besitzt in derselben Gegend eine knopfförmige Fläche zur Verbindung mit dem Kerato-Hyale. Das hintere Ende des Quadratums weist noch keine besonderen Eigenthümlichkeiten auf; das platte Knorpelband ragt etwas über die Ursprungsstelle des Proc. ascendens nach hinten und endet mit scharfem abgerundeten Rande. Eine Befestigung an der Ohrkapsel ist noch nicht vorhanden. —

Der Körper des Quadratum, der Proc. ascendens und die Commissura quadrato-cranialis anterior werden bekanntlich zusammen als Subocularbogen bezeichnet, sie umschliessen mit dem Trabekel zusammen das unter dem Auge gelegene „suboculare Fenster“. Dieses ist verschlossen durch eine Membran, die sich zwischen Quadratum und Trabekel ausspannt, sie mag: „Membrana subocularis“ genannt werden. Vorn findet sie ihre Anheftung an der Commissura des Quadratums, hinten folgt sie dem M. ptergygoideus, dessen Unterfläche sie anliegt. Dieser reicht mit seinem Anfangstheil unterhalb des Proc. ascendens Quadrati nach hinten in die Gegend des vorderen „basicapsulären Verbindung“. Hier wird die ihn ventral bedeckende

kommt mit dem N. orbito-nasalis aus der Orbita; dazu kommt ein dritter, der sich ihr erst lateral verbindet und auf dem Quadratum, resp. dem dasselbe deckenden „M. temporalis“ verläuft.

Membran undeutlich. Wie die Membrana subocularis vom „M. pterygoideus“ bedeckt ist, so zieht auf dem Quadratum selbst der „M. temporalis“ nach vorn. Beide Muskeln sind von einer kräftigen Fascie bedeckt, die sich seitlich am äusseren Rande des Quadratum, medial am Trabekel befestigt und sich auch nach vorn hin in den vom Proc. muscularis aussen begrenzten Raum fortsetzt, den die Muskeln passiren. Sie ist hier zwischen dem Rande des Fortsatzes und der Vereinigungsstelle von Trabekel und Commissura quadrato-cranialis ausgespannt. Im hinteren Abschnitte der Orbita wird sie undeutlicher. Auf diesem Muskelpolster nun, oberhalb der bedeckenden Fascie, ruht der Augapfel mit seinen eigenen Muskeln. Ebenso liegt über der Fascie der R. maxillaris des Trigeminus, der erst weiter vorn in der Orbita in seinen Ober- und Unterkiefer-Ast zerfällt. Der R. orbito-nasalis zieht unter dem Proc. ascendens nach vorn, der dem Facialis angehörige R. hyo-mandibularis liegt der Ventralfläche des Quadratum bis fast zur Verbindungsstelle mit dem Hyoid an.

Vor der Verbindung mit der Commissura quadrato-cranialis ant. setzt sich das Quadratum noch eine kurze Strecke weit fort, und ist vorn mit dem MECKEL'schen Knorpel verbunden. Dieses vordere Stück — Pars articularis (Fig. 1 P. art.) — ist, wie das ganze Quadratum überhaupt, in dorso-ventraler Richtung abgeplattet und nach vorn abwärts geneigt. Vorn ist es quer abgeschnitten, und zugleich so gedreht, dass die Stutzfläche etwas von aussen oben nach innen unten steht. Diese Stutzfläche ist in ihrem medialen Abschnitt verbreitert und mehr plan, in ihrem lateralen leicht cylindrisch gekrümmt. Der laterale Theil springt etwas weiter nach vorn vor, der mediale tritt mehr zurück.

Ungefähr in der Mitte ihrer Länge ist sie mit dem MECKEL'schen Knorpel verbunden (vergl. auch Fig. 12 und 13 des zweiten Stadiums). Der MECKEL'sche Knorpel besitzt auf diesem Stadium entsprechend der weit vorgeschobenen Situation des Quadrat-Gelenkkopfes eine nur sehr geringe Länge und ist zudem transversal gestellt. Er ist S-förmig gekrümmt, so dass in seinem lateralen Theile die Concavität, in seinem medialen die Convexität der Krümmung nach abwärts sieht. Ueber die Art seiner Verbindung mit dem Quadratum in's Klare zu kommen, ist nicht ganz einfach. Doch ist, glaube ich, das Hauptgewicht darauf zu legen, dass er am hinteren unteren Umfange seiner lateralen Hälfte durch eine Lage kernreichen Gewebes mit der medialen Hälfte der Quadrat-Endfläche verbunden ist (Fig. 7). Danach würde es sich also in der Hauptsache nur um eine Art Syndesmose handeln, und die Bewegungsaxe muss durch diese Befestigung hindurchgehen. Dafür spricht auch der Umstand, dass die von der Oberfläche des Quadratums zu ihm tretenden Muskeln an seinem ganzen oberen und vorderen Umfang angreifen, sie werden also, wie das auch schon

GÖTTE meinte, den MECKEL'schen Knorpel nach hinten umrollen, indem sie ihn heben.

Die Muskeln, die das Senken des MECKEL'schen Knorpels bewirken, greifen dagegen an dem lateralsten Ende des Knorpels an, das in Form eines kurzen Muskelfortsatzes nach hinten vorspringt. Bei der Wirkung dieser Muskeln dürfte nicht unwesentlich sein, dass der laterale Abschnitt der Endfläche des Quadratums einen cylindrischen Kopf darstellt, der in einer Rinne auf der Oberfläche des lateralen Theiles des MECKEL'schen Knorpels gleitet (Fig. 8).

Die beiden Unterlippenknorpel sind kurze, leicht gekrümmte Knorpelstücke, die zusammen die beiden Schenkel eines Hufeisens bilden. Die Ebene dieses Hufeisens steht frontal, die beiden Schenkel divergiren nach oben. Unten, entsprechend der Convexität des Hufeisens, sind beide Unterlippenknorpel mit einander durch eine von beiden deutlich abgesetzte, nicht sehr dicke Gewebsschicht verbunden. Dies Gewebe steht augenblicklich erst dicht vor der Verknorpelung; nach derselben stellt es ein dünnes hyalinknorpeliges unpaares Plättchen, ein Copulare zwischen beiden Unterlippenknorpeln dar (Fig. 9).

Mit dem MECKEL'schen Knorpel seiner Seite ist jeder Unterlippenknorpel verbunden durch eine dichtkernige Gewebslage mit leicht gefärbter Grundsubstanz; eine Gelenkspalte besteht nicht (Fig. 9).

Nerven.

Von diesen sollen nur die genauer besprochen werden, die in ihrem Verlaufe nähere Beziehungen zum Primordial-Cranium und dem Kieferbogen besitzen. Von einer eingehenderen Schilderung der Glossopharyngeus-Vagus-Gruppe, sowie des den Hypoglossus vertretenden II. Halsnerven glaubte ich vorläufig Abstand nehmen zu müssen. Sie werden bei einer späteren Bearbeitung des Kiemen-Skeletes behandelt werden.

Da eine Aenderung im Verlaufe der Nerven erst durch die Metamorphose herbeigeführt wird, so kann die für das vorliegende Stadium gegebene Beschreibung auch als in der Hauptsache für das nächstfolgende giltig angesehen werden; bei diesem werden dann nur kleine Zusätze zu machen sein.

I. N. olfactorius.

Die beiderseitigen Nn. olfactor. werden, der vorderen Trabecularplatte aufliegend, durch die Crista mediana derselben getrennt und treten lateralwärts über die Seitentheile der Platte (Fig. 6).

II. N. opticus.

Tritt weit vor dem kurzen hinteren Stück Schädelseitenwand aus dem Cavum cranii aus, dem Trabekel dicht aufliegend.

III. N. oculomotorius.

Verlässt die Schädelhöhle dicht vor dem hinteren Schädelseitenwand-Abschnitte, dem Trabekel aufliegend, und theilt sich sofort in den R. sup. und inf., die medial vom orbito-nasalis des V. auf- resp. absteigen.

IV. N. trochiearis.

Ist ungemein fein und daher sehr schwer zu erkennen. Er passirt durch ein Foramen in der häutigen Schädelseitenwand, oberhalb des hinteren Umfanges des N. opticus.

VI. N. abducens.

Er ist, wie später beim erwachsenen Thiere, so schon jetzt innig mit dem Trigeminus verbunden. Er tritt in den ventralen Umfang des Trigemino-Facialis-Ganglion ein, ist in diesem aber nicht mehr zu verfolgen. Der ihm entsprechende periphere Ast verläuft in der Scheide des R. orbito-nasalis unter dem Proc. ascendens Quadrati und löst sich, gleich nachdem jener unter dem Processus hervorgetreten ist, von ihm los, um in den Rectus externus einzutreten.

V. u. VII. Trigeminus und Facialis.

Die Verbindung, die zwischen beiden Nerven beim erwachsenen Frosche bekanntlich besteht, ist schon auf meinem jüngsten Stadium eine derartige, dass sich die gemeinsame Besprechung beider rechtfertigt.

Die Wurzeln der Nerven sind allerdings getrennt von einander. Die des Trigeminus entspringt aus den Seitentheilen der Med. obl. eine kurze Strecke vor der des Facialis, die zusammen mit der Acusticus-Wurzel die Medulla verlässt. Aus diesem hinteren dem VII. und VIII. angehörigen Wurzelcomplex entwickeln sich ausser den beiden Acusticus-Aesten noch zwei Nerven, oder richtiger gesagt, zwei Ganglienzell-Züge, die über einander liegend an der dem Gehirn-Cavum zugekehrten häutigen Wand des Recessus labyrinthi nach vorn ziehen. Von diesen fasse ich den ventralen stärkeren als Stamm des Facialis auf, den dorsalen schwächeren bezeichne ich als Radix accessoria N. Trigemini (Fig. 4 R. a. V). Zwischen diese beiden legt sich die von ihrer Ursprungsstelle aus nach aussen absteigende eigentliche Trigeminus-Wurzel, so dass man vor dieser Stelle auf Frontal-

schnitten 3 nervöse Querschnitte an der medialen Begrenzungswand des Recessus utriculi trifft: einen kleinen gangliösen oberen (Rad. accessoria), einen mittleren fibrillären (Trig.) und einen unteren grösseren gangliösen (Stamm des Facialis) (Fig. 4). Diese drei bilden zusammen am vorderen inneren Ohrkapselumfang das grosse Ganglion, das sich mit seinem vordersten Zipfel, aus dem der N. maxillaris hervorgeht, bis auf den Proc. ascendens Quadrati herauf erstreckt. Noch im hinteren Abschnitte des Ganglion (das würde also von der Stelle an sein, wo auch der mittlere [Trig.-] Abschnitt Ganglienzellen zeigt) kann man nicht schwer die Zusammensetzung aus drei Theilen erkennen. Der unterste, der dem Facialis entspricht, zeichnet sich aus durch zahlreiche grosse und pigmentirte Zellen, ebenso der oberste kleinste; der mittlere dagegen zeigt hier kleinere, mit Hämatoxylin stark tingirte, aber nicht pigmentirte Zellen. Erst davor, wo es sich nur noch um eigentliches Trigeminus-Ganglion handelt, zeigen sich auch in diesem die grossen braun pigmentirten Zellen.

Die Aeste, die aus diesem Ganglien-Complex entstehen, sind:

a) aus dem obersten Abschnitte, der als „Nebenganglion" bezeichnet werden mag:

ein Ast, den ich als R. cutaneus orbitalis bezeichnen will;

b) aus dem mittleren (Trigeminus-) Abschnitte:

1. R. orbito-nasalis,
2. R. maxillaris;

c) aus dem untersten hinteren (Facialis-) Abschnitte:

1. R. hyo-mandibularis,
2. R. palatinus.

a) Der Ast des Nebenganglions (R. cutaneus orbitalis).

Aus dem oben beschriebenen Nebenganglion entsteht schon im hinteren Abschnitte des Gesammt-Ganglion ein Nerv, der sich von letzterem trennt und der vorderen Ohrkapselkuppel eng angeschmiegt nach vorn verläuft. Dicht vor der Ohrkapsel theilt er sich in seine beiden Aeste:

1. R. orbitalis superior,
2. R. orbitalis externus.

Ersterer wird über der Ohrkapsel und dem hinteren Theile der Orbita subcutan, und zieht von hier weiter nach vorn; der zweite verläuft erst nach hinten aussen, scheint mit einem Hautast des Maxillaris zu anastamosiren und wendet sich dann im Bogen nach vorn, um subcutan unter dem Auge nach vorn zu verlaufen. Der R. cutaneus orbitalis ist von GÖTTE (21 p. 672 als „vorderer Seitennerv" des

Kopfes beschrieben worden und ist, wie GÖTTE ebenfalls betont, für die Hautsinnesorgane des Kopfes bestimmt.

b) Die Aeste des Haupt-Ganglion des Trigeminus.

1. R. orbito-nasalis.

Der erste Trigeminus-Ast entspringt an der Unterfläche des vorderen Theiles des Ganglion und läuft unter dem Proc. ascendens des Quadratums nach vorn. Wie oben (p. 295) erwähnt, enthält er die Elemente des Abducens in sich und giebt dieselben, unter dem Proc. ascendens hervorgetreten, in den Rectus ext. ab. Er durchläuft frei die ganze Orbita, über den Opticus hinweg, liegt dabei in einiger Entfernung von der — häutigen — Schädelseitenwand, der er sich erst im vorderen Theil der Orbita mehr nähert. Ueber die obere Kante der Seitentheile der vorderen Trabecularplatte hinweg verlaufend, theilt er sich in zwei Aeste, von denen der äussere (R. externus narium), bei weitem feinere nach aussen vorn verläuft. Seine Endausbreitung konnte ich auf diesem Stadium nicht verfolgen.

Der mediale (N. septi narium) läuft gerade nach vorn über den Olfactorius (Fig. 6, 7), dann am oberen medialen Umfang des Nasensackes, von der Schleimhaut durch Gefässe und die Ausstrahlungen des Olfactorius getrennt. Dabei liegt er immer lateral und etwas oberhalb von der oberen Kante des Trabekelhornes (Fig 8, V, 1). Weiter vorn überschreitet er den oberen Umfang des unteren Blindsacks und erreicht die nach aussen abfallende Oberfläche des Trabecularhornes, längs der er, dem oberen Rande genähert, noch eine Strecke weit nach vorn verläuft, um sich dann in der Haut zu vertheilen.

Da wo er über den Rectus oculi ext. hinweg verläuft, enthält er Ganglienzellen aufgelagert, die sich eine Strecke weit nach vorn fortsetzen. Im übrigen konnte ich mich auf die genaueren Verhältnisse seiner Aeste, namentlich der Frontaläste, zunächst nicht einlassen, da dieselben hier noch sehr fein und mit den angewendeten Methoden nur sehr schwer sichtbar waren.

2. R. maxillaris.

Er entwickelt sich aus dem vordersten Zipfel des Trigemino-Facialis-Ganglions, der sich über den Bereich der Ohrkapsel heraus nach vorn und auf den medialen Theil des Proc. ascendens des Quadratums herauf schiebt. Der Nerv enthält an seinem Anfangstheil zahlreiche Ganglienzellen aufgelagert und läuft, der die Kaumuskeln deckenden Fascie aufliegend, eine kurze Strecke weit ungetheilt nach vorn. Von diesem Anfangsstück gehen einige unbedeutende.

Aeste nach aufwärts zur Haut, sowie nach aussen. Einer der letzteren scheint mit einem Aste des „Nebenganglions" zu anastomosiren. Auch ein Muskelast entsteht noch aus dem ungetheilten R. maxillaris: er dringt zwischen „M. pterygoideus" und „temporalis" nach abwärts und vertheilt sich an sie.

Noch im hinteren Abschnitte der Orbita zerfällt der Nerv in seine zwei Haupt-Aeste: R. maxillaris superior und inferior. Der Max. sup. liegt medial, auf dem „M. pterygoideus", der Max. inf. lateral, auf dem „M. temporalis". Beide verlaufen unter dem M. rectus extern. oculi weg.

α. R. maxillaris superior.

Er liegt unter dem inneren Umfange des Augapfels und bleibt in seinem Verlaufe nach vorn über der Fascie der Kaumuskeln. Auch vor dem Auge, im Bereiche des vom Proc. muscularis Quadrati aussen, von der Commissura quadrato-cranialis ant. ventral begrenzten Raumes behält er diese Lage zu der Fascie, die sich auch nach vorn fortsetzt, bei, und wendet sich hier lateralwärts an die obere Kante des Proc. muscularis. Medial von dieser zerfällt er in seine beiden Endäste. Von diesen verläuft der stärkere laterale an der oberen Kante des Proc. muscularis nach vorn bis zu dessen vorderen Rande, und wendet sich dann nach abwärts, um unter Durchquerung des subcutanen Schleimgewebes an der Seite der Schnauze nach vorn zur Haut zu gelangen.

Der sehr viel feinere mediale ist der R. communic. c. N. palatino. Es ist schwer, ihn auf so jungen Stadien genau bis zur Verbindung mit dem Palatinus zu verfolgen, die dorsal vom Lig. quadrato-ethmoidale, am Vorderrande der Commissura quadrato-cranialis ant. stattfindet (dicht hinter der Choane). Der Ast verläuft also von seiner Ursprungsstelle am Proc. muscularis nach innen vorn und abwärts.

β. R. maxillaris inferior.

Er liegt über dem „M. temporalis" und durchdringt sehr bald die diesen bedeckende Fascie, so dass er unmittelbar dem Muskel aufliegt. Auch innerhalb des vom Proc. muscularis aussen begrenzten Raumes liegt er zunächst noch auf dem genannten Muskel, biegt aber dann zwischen diesem und der Innenfläche des Proc. muscularis nach abwärts, durchsetzt dabei den von dieser Innenfläche entspringenden „Masseter" und steigt vor dem lateralen Theil des MECKEL'schen Knorpels herab, um sich dann sofort wieder nach hinten zurück zu wenden. Er umschlingt also den MECKEL'schen Knorpel von vorn her. Nach kurzem caudalwärts gerichtetem Laufe giebt er einen noch

weiter caudalwärts an der Ventralfläche des „M. submaxillaris" verlaufenden und diesen versorgenden Ast ab, und biegt selbst medialwärts nach vorn hin um an die Unterfläche des Unterlippenknorpels. Seine letzte Verbreitung scheint in der Haut und Schleimhaut in dessen Umgebung sowie in den Muskeln der Unterlippenknorpel stattzufinden.

c) Die Aeste des Facialis-Abschnittes des Ganglions.

1. R. hyomandibularis.

Der Nerv entspringt aus dem hintersten äussersten Abschnitt des Facialis-Antheils des Ganglions, von dem aus eine Anzahl von Ganglienzellen sich eine Strecke weit auf ihn erstreckt. Er verläuft unter dem vordersten Ohrkapselabschnitt nach aussen, unten nnd vorn, dabei von dem Boden der vorderen Ohrkapselkuppel abgedrängt durch die Vena jug. int. (vergl. Fig. 19 des nächsten Stadiums). An die Unterfläche des Quadratums gelangt,[1] läuft er, derselben ungefähr in der Mitte anliegend, nach vorn, zwischen der Quadratplatte und der Schleimhaut des lateralen Abschnitts der Mundhöhlendecke. Von der Unterfläche des Quadratums entfernt er sich weiter vorn, eine etwas nach vorn aussen und abwärts gehende Richtung einnehmend, um an die Aussenseite der Quadrato-Hyoid-Verbindung zu gelangen. Von dieser durch den Ursprung eines Kopfes des „M. depressor maxillae" abgedrängt und lateral selbst bedeckt vom „M. depressor hyoidis" theilt er sich ungefähr in Niveau des Hyoidkopfes in seine Aeste, von denen, abgesehen von reinen Muskelästen, drei hauptsächliche zu unterscheiden sind: R. hyoideus, R. auricularis und R. mandibularis (R. gularis, auricularis, mentalis, Fischer). Von diesen dreien steigt der hinterste,

1. R. hyoideus, ventralwärts zwischen dem M. depressor hyoidis und dem Hyoid-Ursprung des depressor maxillae herab und wendet sich dann caudalwärts, zwischen der Ventralfläche des Kerato-Hyale und dem subcutanen an der Ventralseite des Kopfes gelegenen Lymphraume, weiterhin zwischen dem M. subhyoideus und jenem Lymphraume liegend. Letzteren M. versorgt er und durchdringt schliesslich, ungefähr in gleicher Frontalebene mit dem hinteren Ende des Hyoids, den subcutanen Lymphraum, um sich in der Haut dieser Gegend zu vertheilen.

[1]) Hier muss auch die Verbindung mit dem R. comm. aus dem IX. erfolgen, doch ist es mir auf so jungen Stadien nicht möglich gewesen, dieselbe zweifellos zu erkennen. Zuerst sehe ich sie wirklich klar bei Larven von 21 mm.

2. R. auricularis. Dringt nasalwärts von dem R. hyoideus, zwischen dem Depressor Hyoidis und dem Hyoidkopfe des Depressor maxillae nach aussen zur Haut.

3. R. mandibularis. Stellt das eigentliche proximale Endstück des Nerven dar. Er verläuft noch eine Strecke weit zwischen dem Depressor hyoidis und dem lateralen Kopfe des Depressor maxillae nach vorn, und biegt dann dicht vor dem letztgenannten Muskelkopfe, der Ventralfläche des Quadratums hinter dem Quadrato-Mandibular-Gelenk eng anliegend, medialwärts zur Mundschleimhaut.

2. R. palatinus.

Aus dem ventralen Umfange der hinteren Abtheilung des Trigemino-Facialis-Ganglions medial hervorgetreten, läuft der N. nach vorn, zuerst dorsal von der ungetheilten A. carotis int., dann medial von der A. palatina liegend und dabei ventral vom M. „pterygoideus“. Weiterhin liegt er ventral und in nur geringer Entfernung von der unteren äusseren Trabekelkante, zugleich nahe über der Schleimhaut des Mundhöhlendaches, die von ihm versorgt wird; im vorderen Abschnitte der Orbita liegt er mehr an der Unterfläche des Trabekels und hier theilt er sich entsprechend dem Vorderrande der Commissura quadrato-cranialis ant. in seine beiden Endäste. Der stärkere mediale vertheilt sich an die Umgebung der Choane und ist, medial an dieser vorbeilaufend, noch eine Strecke weit nach vorn, ventral von der vorderen Trabecularplatte, zu verfolgen. Er versorgt noch die Schleimhaut dieser Gegend.

Der Verlauf des äusseren interessanteren Astes ist schwer festzustellen, da der N. ungemein fein ist. Unter Zuhülfenahme etwas älterer Stadien kann man mit Mühe erkennen, dass der N. an der Ventralfläche der Commissura quadrato-cranialis ant. hinter der Choane sich lateralwärts wendet, um am vorderen Rande der Commissur, dorsal vom Lig. quadrato-ethmoidale sich mit einem Aste des Maxillaris sup. zu verbinden (cf. p. 298).

VIII. Acusticus.

Aus den Seitentheilen des verlängerten Markes, ungefähr im Niveau des Bodens der Rautengrube, tritt eine Summe von Fasern aus, an denen eine besondere Gruppirung nicht zu unterscheiden ist, die aber zweifellos für den Facialis und Acusticus zu halten sind. Sie verlaufen in der Hauptsache ventral- und lateralwärts und der ganze dorsoventral sehr stark ausgedehnte Querschnitt kommt dadurch an die mediale Wand des hinteren Sacculus-Abschnittes zu liegen, der noch keine knor-

pelige Abgrenzung gegen den Schädelraum besitzt, und noch einen grossen ungetheilten Raum darstellt (cf. p. 285).

Der gesammte Querschnitt lässt zahlreiche Ganglienzellen erkennen. Aus seinem unteren und lateralen Abschnitte entwickelt sich am weitesten caudalwärts der R. cochlearis (R. post. n. acust.), der in der Hauptsache nach hinten gerichtet zum häutigen Labyrinthe verläuft.

Vor dem Abgange der R. cochlearis nehmen die Ganglienzellen den Gesammtquerschnitt ein, von dem sich ein oberer Zipfel schärfer abtrennt.

An der Grenze von Recessus utriculi und Sacculus entsteht der N. vestibularis (R. ant. n. acust.), mit seiner Hauptmasse nach vorn verlaufend, aus dem lateralen Theile der Masse.

Der mediale Theil der gesammten Ganglienzellmasse erfährt durch den N. trigeminus eine Trennung in zwei Abschnitte, den oberen kleineren, der schon etwas weiter hinten sich schärfer abtrennte (Radix accessoria n. trig.), und einen grösseren unteren, den „Stamm des Facialis“. Beide wurden oben schon beschrieben.

IX. u. X. Glossopharyngeus-Vagus-Gruppe.

Von dieser sollen, da sie zum Cranium selbst nur wenige Beziehungen hat, auch nur einige Daten angeführt werden. Schon jetzt — und noch schärfer auf späteren Stadien — kann ich vier Wurzeln unterscheiden, die das gemeinsame Glossopharyngeus-Vagus-Ganglion bilden.

Die beiden vordersten entspringen dicht über einander, aber deutlich trennbar, die dorsale reicht etwas weiter nach vorn.

Die in einiger Entfernung dahinter entspringende dritte Wurzel ist die kräftigste, sie verlässt das Hirn in gleicher Höhe mit der vorderen ventralen und verläuft ziemlich genau nach aussen und abwärts.

Die vierte schliesslich entspringt schon im Gebiete des ersten Wirbels und verläuft daher bis zum Ganglion erst eine Strecke weit an der häutigen Anlage der Occipitalregion nach vorn.

Das gemeinsame Ganglion liegt dem unteren Umfange der hinteren Ohrkapselkuppel enge an, und reicht auch noch etwas in das Innere der Schädelhöhle hinein. Eine Trennung in einzelne Abschnitte war mir auf diesen jungen Stadien nicht möglich, gelingt aber, wie p. 319 erwähnt ist, später. Das Ganglion erstreckt sich unter der hinteren Ohrkapselkuppel nach aussen und lässt bald einige grössere Aeste aus sich hervortreten, die offenbar dem Vagus angehören, die ich aber nicht im Speciellen verfolgt habe. Gleichzeitig trennt sich, schon sehr weit hinten, der N. glosso-pharyngeus von dem gemein-

samen Ganglion los und verläuft selbständig unter dem äusseren Umfange der Ohrkapsel nach vorn. An seiner ventral-lateralen Seite wird er begleitet von einem vorgeschobenen Zipfel des Ganglions, der sich durch Abgabe weiterer lateral verlaufender (Kiemenbogen-) Aeste allmählich sehr reducirt und schliesslich erschöpft (Ggl. X). Die Topographie unterhalb des äusseren Umfanges der hinteren Ohrkapselkuppel ist folgende (Fig 2): Am meisten lateral liegt die Vena jugularis, medial davon dicht an der Ohrkapsel der N. glosso-pharyngeus, etwas ventral und lateral von ihm das Ganglion Vagi, medial von beiden Nerven die dorsale Aorta. Da wo die II. Kiemenvene in die Aortenwurzel mündet, erscheinen wieder in dem Glossopharyngeus-Querschnitte Ganglienzellen, die etwas weiter davor den ganzen Querschnitt einnehmen.

Dieses zweite (Glossopharyngeus-) Ganglion liegt jetzt zwischen den Einmündungsstellen der II. und I. Kiemenvene in die dorsale Aorta; nur wenig caudalwärts von der Einmündung der V. branch. I. gehen die Endäste aus ihm hervor.

Man kann an Zahl vier unterscheiden: zwei, von denen der eine nach aussen und abwärts, der vordere am medialen Thymus-Umfang nach innen und abwärts verläuft, haben hier kein besonderes Interesse; die beiden anderen sind 1. der R. communicans c. N. faciali und 2. der eigentliche Endast des Glossopharyngeus, der dem definitiven R. lingualis entspricht (Fig. 4, IX, 1 und 2). Das vorderste Ende des Glossopharyngeus-Ganglion liegt der Ohrkapsel schon nicht mehr eng an, sondern weicht nach aussen und abwärts ab; es folgt darin dem Hauptendast des Glossopharyngeus (R. lingualis), der sich an den lateralen Umfang der Thymus legt und an diesem nach vorn weiter verläuft. Die Thymus selbst reicht jetzt, lateral und ventral von der vorderen Ohrkapselkuppel liegend, bis nahe an den Hinterrand des Quadratums heran. Der Nerv liegt weiterhin dem Quadratum nicht unmittelbar an, sondern etwas weiter lateral, an der medialen Seite des Muskels, der vom Quadratum zum I. Keratobranchiale zieht, und begiebt sich dann an der Aussenseite des I. Keratobranchiale nach abwärts.

Directere Beziehungen zu Theilen des Craniums besitzt der R. communicans c. N. faciali. Dieser verläuft (vergl. Fig. 13 des nächsten Stadiums) von seiner Abgangsstelle an direct nach vorn, unterhalb des äusseren Bogenganges, aber ihm nicht mehr so eng anliegend wie vorher der Stamm, gelangt an den medialen oberen Umfang der Thymus und so an die Unterfläche des Quadratums, wo er sich mit dem R. hyomandibularis des Facialis verbindet. Bis zu dieser Verbindung habe ich, wie schon p. 299 bemerkt, den Nerven erst bei etwas älteren Stadien (21 mm) verfolgen können, wo er auch noch

ausserordentlich fein ist. Die Aeste des aus der Verbindung hervorgehenden gemeinsamen Nerven sind oben beim Facialis geschildert.

Den N. XI, sowie den bekanntlich durch den II. Spinalnerven repräsentirten Hypoglossus habe ich nicht mehr in den Kreis der Betrachtung gezogen.

Zweites Stadium.

Ganze Länge 29 mm. Körperlänge 11 mm. Schwanz 18 mm.
Hintere Extremitäten stummelförmig.
Figg. 12—19.

Das Primordial-Cranium dieses Stadiums zeigt durchweg eine grössere Festigkeit als das des vorhergehenden. Besonders die hinteren Partien haben wesentliche Fortbildungen erfahren, die Ohrkapseln sind fast vollständig verknorpelt, und hinter ihnen lässt sich jetzt noch eine besondere Occipitalregion unterscheiden. Die Ethmoidalgegend mit dem davor gelegenen Kauapparate weist dagegen fast gar keine Veränderung auf. Es ist überhaupt charakteristisch, dass die Bildung einer eigentlichen knorpeligen Nasenkapsel erst verhältnismässig spät beginnt, lange nachdem die Ohrkapsel schon ihre definitive Form erreicht hat.

Basalplatte und Occipital-Region.

Die Occipitalregion wird hergestellt durch zwei Bogen, die im Anschluss an den hintersten Abschnitt der Basalplatte bis zur halben Ohrkapselhöhe aufsteigen und das Nachhirn umfassen. (Fig. 14 arc. occ.) In ihrem untersten Abschnitte sind sie leicht nach hinten convex, doch ist ein eigentlicher Gelenkhöcker noch nicht vorhanden; eine Trennung ihres basalen Theiles von der gesammten Basalplatte ist nicht möglich. Ueber ihre Verbindung mit der Ohrkapsel ist weiter unten gehandelt. —

Die Convexität ihres untersten Abschnittes bedingt eine Divergenz der hinteren Ränder beider Basalplatten-Hälften, d. h. es entsteht an der hinteren Begrenzung der Basalplatte eine mittlere Einziehung, in deren Grunde der Chorda-Querschnitt liegt: „Incisura occipitalis“. [1])

[1]) NB. wenn man, um das Cranium von der Wirbelsäule isolirt zu erhalten,

Hinsichtlich der Verbindung der Occipitalregion mit dem ersten Wirbel ist Folgendes zu bemerken.

Der erste Wirbel (Fig. 14) besteht zu dieser Zeit aus zwei knorpeligen Bogen, die mit breiter Basis dem seitlichen Umfange der Chorda ansitzen (Arc. vert. I). Weder ventral noch dorsal von dieser sind die Bogen-Basen vereinigt, dagegen schieben sie sich an der Chorda sehr bedeutend nach vorn vor und bilden so gemeinsam mit dieser ein in die Incisura occipitalis hineinpassendes Tuberculum, das ich als „Tuberculum interglenoidale“ bezeichne (Fig. 14, 15, 16 Tub. i. gl.), da es später, nach Bildung der beiden Gelenkflächen für die Occipital-Condylen, zwischen jenen beiden liegt. Aus ihm tritt die Chorda ohne Unterbrechung in die Schädelbasis ein. (Am Modell ist also eine künstliche Trennung vorgenommen.) Die Seitentheile dieses Tuberculum, also die vorgeschobenen Bogen-Basen, sind nur durch eine schmale Lage dichtkernigen Gewebes von den Hinterrändern beider Basalplatten-Hälften getrennt (Fig. 15 und 16); dieses Gewebe mag als „Occipito-Vertebral-Gewebe“ („Intervertebro-Occipitalgewebe“ STÖHR) bezeichnet werden. Um die Chorda, von der es natürlich auch durchsetzt wird, bildet es, wegen der hinteren Divergenz der Basalplattenhälften, einen schmalen Ring. Aussen reicht die Verbindung des Tub. interglenoidale mit der Basalplatte durch das Occipito-Vertebral-Gewebe bis zur Gegend des „Foramen perilymphaticum accessorium“ (cf. p. 306).

Vorhin wurde erwähnt, dass die Occipitalbogen am seitlichen Umfange des Gehirn-Cavums aufsteigend sich mit der hinteren Ohrkapselkuppel jeder Seite in Verbindung setzen. Es ist jedoch nicht die Wand der Ohrkapsel selbst, an die sich der Occipitalbogen anlegt. Der hinterste Theil der Ohrkapsel weicht vielmehr lateralwärts zurück, so dass zwischen ihm und dem Occipitalbogen ein grösserer Zwischenraum besteht. Die Verbindung beider Theile kommt daher so zu Stande, dass an dem hintersten Ohrkapselabschnitte von halber Höhe aus ein leistenartiger Vorsprung sich entwickelt (Crista occipitalis lateralis) und mit dem obersten Ende des Occipitalbogens verschmilzt (Fig. 15 Cr. occ. lat.). So entsteht unterhalb dieser Crista ein im übrigen von der Ohrkapsel und dem Occipitalbogen begrenztes Foramen — Foramen jugulare (Fig. 14 F. jug.) — durch das die Vagus-Gruppe den Schädelraum verlässt (Fig. 15 und 16).

Gleich hier mag dann noch zugefügt werden, dass die Crista occipitalis sich an der medialen Wand der hinteren Ohrkapselkuppel als kammartige Leiste nach vorn aufsteigend fortsetzt und, so den oberen Rand der Ohrkapsel erreichend, in die Seitenpartien der

hier die Chorda durchschneidet. Thatsächlich tritt letztere auf diesem Stadium noch continuirlich aus dem ersten Wirbel in das Cranium ein. In Fig. 14 ist die Trennung ebenfalls eine künstliche.

später zu schildernden „synotischen Decke“ übergeht (Fig. 12, 14, 17 Tect. synot.). Es kommen also die Occipitalbogen nicht etwa in der dorsalen Mittellinie zur Vereinigung, sondern enden ihrerseits bereits in halber Höhe der Schädelhöhle, so dass die obere Hälfte der Schädelseitenbegrenzung, sowie die Decke der Occipitalregion nur häutig sind. Die „synotische Decke“ reicht caudalwärts nur bis in die Frontalebene des For. perilymphat. sup. (cf. p. 310).

Der Hinterrand der Basalplatte mit der Chorda, die Occipitalbogen und die beiden Cristae occipitales bilden zusammen die Begrenzung des Foramen occipitale, das eine ausgesprochene Herzform (Einziehung an der Chorda) mit nach oben vorn gewendeter Spitze besitzt (Fig. 14).

Die Ausdehnung der Basalplatte im Verhältniss zum Gesammtschädel ist ziemlich dieselbe geblieben, auch ihre Beziehung zum Gehirn ist wenig verändert. Ihr Vorderrand entspricht ungefähr der Mitte des Mittelhirns (Communication der Seitenventrikel mit dem Mittelventrikel), stützt aber dabei schon den hintersten Abschnitt der (nach hinten gerichteten) Hypophyse. Die Platte hat demnach hier einen ganz geringen Zuwachs nach vorn erlangt. Die Dickenunterschiede der einzelnen Abschnitte der Basalplatte sind verwischt, auch in dem zwischen beiden Ohrkapseln gelegenen Theile nimmt der Basalplattenknorpel die ganze Höhe des seitlichen Chorda-Umfanges ein.

Die Chorda verschmälert sich innerhalb der Schädelbasis gleichmässig, liegt in grösster Ausdehnung oben und unten frei zwischen den beiden Hälften der Basalplatte und ist ungefähr bis zu dem Vorderrande des For. acusticum nach vorn zu verfolgen. Vor diesem ist die Basalplatte continuirlich, Schnittbilder ergeben aber noch eine ganze Strecke weit die Zusammensetzung aus zwei seitlichen Hälften; die Chorda ist zwar zu Grunde gegangen, aber die beiden Hälften der Basalplatte werden, obwohl ventral wie dorsal vereinigt, doch in der Mitte der Dicke eine Strecke weit noch durch einen schmalen Spalt getrennt, in dem häufig braune Pigmentmassen lagern; weiter vorn fehlt auch dieser Spalt, aber eine senkrechte dunkle Linie lässt noch bis nahe an den Vorderrand der Basalplatte heran eine früher vorhanden gewesene Trennung erkennen. Diese dunklere Linie ist durch das enge Aneinanderlagern der beiden Hälften der Basalplatte entstanden, deren mediale Knorpelkapseln sich aneinander gelegt haben.

Von der Gegend des vorderen Abschnittes des Acusticus-Foramen an caudalwärts ist die Chorda wieder als solche erkennbar, von beiden Seiten her comprimirt. Ihre vorderste Spitze ist auch ventral und dorsal — und zwar ventral etwas weiter — von einer dünnen Knorpelschicht bedeckt, während der grössere hintere Abschnitt der Schädelchorda auch jetzt noch dorsal und ventral frei zu Tage liegt, nur bedeckt von den Scheiden und schmalen Gewebszügen, die beide Basalplattenhälften miteinander ver-

binden. Namentlich dorsal ist diese verbindende Gewebsmasse im hintersten Basalplatten-Abschnitte sehr stark entwickelt — sie wird später hier zu Knorpel.

Seitlich setzt sich, von unten betrachtet, die Basalplatte jederseits continuirlich in den Boden der Ohrkapsel fort (Fig. 13); vom Schädelcavum aus betrachtet, reicht sie bis an die mediale Ohrkapselwand, in die sie unter abgerundetem rechten Winkel übergeht.

Hinter der hinteren primären basicapsulären Verbindungsstelle hat sich die Verbindung der Basalplatte mit dem unteren inneren Rande der jetzt völlig verknorpelten Ohrkapsel noch weiter caudalwärts fortgestzt. Dabei sind eine Anzahl Foramina neu gebildet: das aus der Schädelhöhle in die Ohrkapsel führende For. perilymphat. sup. (cf. p. 310), hinter dem erst die Ohrkapsel medialwärts völlig gegen die Schädelhöhle abgeschlossen ist und kuppelförmig nach aussen zurückweicht. (Es ist demnach die Ausdehnung der „hinteren Kuppel" jetzt geringer als vorher.) Der Raum zwischen dieser Kuppel, dem freien Rande der Basalplatte und dem Occipitalbogen ist aber nochmals durch eine Leiste, die die Basalplatte mit dem Kuppelboden verbindet, in zwei Theile getheilt, ein vorderes spaltförmiges Foramen zwischen Ohrkapsel, Basalplatte und der eben erwähnten Verbindung, und ein hinteres kreisrundes, das mehr nach hinten gerichtet ist und schon oben als „Foramen jugulare" (For. vagi) bezeichnet wurde. Das davor gelegene spaltförmige Foramen leitet einen Lymphgang (Duct. perilymph. anastomoticus) aus, resp. in den Schädel, und soll als „Foramen perilymphaticum accessorium" bezeichnet werden. (Fig. 13 F. jug., F. peril. acc., F. peril. inf.) Durch Schwund der trennenden Knorpelbrücke fliesst es später mit dem For. jugulare zusammen, und dann passirt durch den vordersten Abschnitt des letzteren der Ductus perilymphaticus anastomoticus, durch den hinteren die Glossoph.-Vagus-Gruppe.

Auf die perilymphatischen Räume komme ich beim Gehörgorgan zurück.

Labyrinth-Region.

Bevor ich die nunmehr fast vollständig verknorpelte Ohrkapsel schildere, dürfte es sich empfehlen, erst wieder einen Blick auf den augenblicklichen Zustand des häutigen Labyrinthes zu werfen.

Genaueres über den Zustand des häutigen Labyrinthes und des Cavum perilymphaticum. Das häutige Labyrinth hat naturgemäss gegenüber dem vorigen Stadium bedeutende Fortschritte in seiner Ausbildung gemacht. Es sind sämmtliche Theile, die das definitive Labyrinth zeigt, angelegt; nur die Dimensionen weichen — besonders relativ — noch von denen des definitiven Zustandes bedeutend ab. Die drei Bogengänge liegen nunmehr in knorpeligen Canälen, sind also an ihren concaven Seiten weit von den Wandungen des Hauptraumes

getrennt. Utriculus und Sacculus sind durch Falten, die von der medialen und lateralen Wand vorspringen und eine sehr weite Apertura utriculo-saccularis begrenzen, unvollkommen von einander geschieden (Fig. 18). Unter der medialen Falte mündet der Ductus endolymphaticus in den Sacculus. Der Utriculus lässt bereits seine einzelnen Abschnitte erkennen. Die vordere den Sin. sup. aufnehmende Abtheilung communicirt weit mit der hinteren Abtheilung, in die das hintere Ende des äusseren Bogenganges mündet. Die vordere Abtheilung setzt sich in den Recessus utriculi fort, der, wie bekannt, die Ampullen des äusseren und vorderen Bogenganges aufnimmt. Lagena, Pars basilaris und neglecta sind deutlich von einander und vom Sacculus abgesetzt (Fig. 17, 18).

Auch das Cavum perilymphaticum ist gut entwickelt, stellenweise allerdings besteht noch als Vorstadium ein perilymphatisches Schleimgewebe. Die Hauptausdehnung besitzt der perilymphatische Raum seitlich vom Sacculus, Utriculus und Sinus sup. im mittleren Abschnitt der Ohrkapsel (Fig. 17, Cav. peril.). Von ihm gehen aus:[1])

1. Der „Ductus perilymphaticus superior", der sich zwischen Pars neglecta und hinterem Abschnitt des Utriculus einerseits (oben) und Lagena, Pars basilaris und hinterem Sacculus-Abschnitt andererseits (unten) nach innen windet, um durch das unten zu beschreibende For. perilymph. sup. (For. rotundum) mit einem grossen im Schädelraum gelegenen Lymphraum zu communiciren.
2. Der „Ductus perilymphaticus inferior", der die Ohrkapsel durch das an ihrer Unterfläche im hintersten Abschnitte gelegene „For. perilymphat. inf." („Aquaeduct. cochleae") verlässt, sich neben dem Vagus-Ganglion zum Saccus perilymphaticus erweitert und durch einen „Canal. perilymph. anastomoticus" mit dem ersterwähnten Lymphraum im Schädel in Verbindung steht. Der Canalis perilymph. anastomoticus dringt in die Schädelhöhle durch das vorhin erwähnte Foramen peril. accessorium (Fig. 13 F. peril. acc.).
3. Ein besonderer Zipfel des perilymphatischen Raumes schiebt sich innen an dem das For. ovale verschliessenden Operculargewebe nach vorn; es ist das die erste Anlage des von Retzius zuerst beschriebenen Ductus fenestrae ovalis.

Die Ohrkapsel (Fig. 12—19) selbst ist jetzt allseitig bis auf einige Foramina knorpelig gebildet. Eine genaue, anschauliche Formbeschreibung zu geben, dürfte kaum gelingen; so begnüge ich mich damit, einige Hauptpunkte hervorzuheben.

Der Sagittaldurchmesser der Kapsel ist grösser als der transversale und vertikale; letzterer namentlich ist noch verhältnissmässig niedrig, so dass die Ebene des For. ovale immer noch schräg von oben aussen nach unten innen geneigt steht (Fig. 17). Bei Betrachtung von oben (Fig. 12) kann man den abgerundet vierseitigen Mitteltheil und die zwei vorn und hinten angesetzten abgerundet dreiseitigen Kuppeln unterscheiden. Wie aber schon oben bemerkt wurde, ist die Ausdehnung der hinteren Kuppel jetzt reducirt im Vergleich mit dem

[1]) Die folgende Schilderung der perilymphatischen Gänge weicht in einigen Punkten von der durch HASSE (23) und RETZIUS (40) bekannten ab, deckt sich dagegen, wenigstens in der Hauptsache, mit der unlängst von VILLY (53) gegebenen.

früheren Stadium, dadurch dass die Verwachsung der Ohrkapsel mit der Basalplatte nach hinten ausgedehnter geworden ist.

Der frontale Durchschnitt der vorderen und hinteren Kuppel (Fig. 15, 16, 19) ist dreiseitig, derart, dass man eine mediale senkrechte, eine obere äussere und eine untere äussere Seite unterscheiden kann; auf dem Querschnitte des Mittelraumes (Fig. 17, 18) erscheint die untere äussere Seite in drei aufgelöst. Die gesammte Ohrkapsel (cf. Fig. 14) besitzt demnach eine einheitliche senkrecht stehende mediale Wand, die zum grössten Theile gleichzeitig das Gehirncavum seitwärts begrenzt, und eine ebenfalls einheitliche nach aussen abfallende Decke. Mittelst einer, die gesammte Ohrkapsel seitlich abschliessenden, stark abgerundeten Kante, die den äusseren Bogengang in ihrem Inneren umschliesst, geht die Decke über: an den beiden Kuppeln in die untere äussere Fläche derselben (Fig. 16 und 19) — am Mitteltheile in eine horizontale Fläche, den unteren Umfang des äusseren Bogenganges (Fig. 17). Im Mittelabschnitte der Ohrkapsel (Fig. 17, 18) ist an der Basis eine grössere Raumausdehnung für die Hauptabschnitte des häutigen Labyrinthes nöthig und daher ein lateralwärts ziemlich ausgedehnter Boden vorhanden, der, von unten betrachtet, die directe Fortsetzung der Basalplatte ist. Aussen endet er mit scharfem, freiem Rande, der unteren Begrenzung des Foramen ovale. Die Ebene dieses Foramen steht zu dem Boden der Ohrkapsel in einem nach innen offenen stumpfen Winkel; seine obere Begrenzung ist gegeben durch die schon erwähnte horizontale Fläche, den unteren Umfang des äusseren Bogenganges.

Von der Form des Grundrisses giebt ein Blick auf die Decke der Ohrkapsel (Fig. 12) eine genügende Vorstellung. Diese Decke hat in toto eine ungefähr vierseitige Form. Die grösste, mediale Seite ist stark nach innen convex gekrümmt und geht vorn und hinten mittelst eines abgerundeten spitzen Winkels in die vordere und hintere Seite über. Diese beiden convergiren sehr beträchtlich nach ausen hin und sind durch die äussere lateralwärts convexe Seite, die in Folge der Convergenz jener beiden sehr erheblich kürzer ist als die mediale, mit einander verbunden. Sowohl die vordere als die hintere Seite sind in der Mitte ihrer Länge etwas eingezogen, so dass hierdurch die Grenzen für die beiden Kuppeln gegenüber dem Mittelraume gegeben sind.

Vorn an der am meisten lateral vorspringenden Stelle der äusseren Kante (des äusseren Bogenganges) ist der Proc. oticus des Quadratums befestigt (Fig. 12, 13 Pr. ot.).

An der äusseren Gesammtform, sowie dem Relief, das die Oberfläche der Kapsel darbietet, lässt sich in der Hauptsache schon die Anordnung und Vertheilung des Inhalts erkennen, die daher hier gleich zur Sprache kommen mag.[1])

[1]) Man vergleiche zur genaueren Orientirung die Abbildung bei RETZIUS Taf. XXXIV Fig. 3.

Eine längsgerichtete Depression verbindet (Fig. 12, linke Seite) die Einziehungsstellen der vorderen und hinteren Seite und grenzt dadurch nur noch deutlicher den äusseren Wulst, der den äusseren Bogengang beherbergt, vom medialen Abschnitt ab. Dieser übrig bleibende mediale Abschnitt ist — ebenfalls durch eine Depression — in 2 Theile getheilt: einen vorderen längeren, der nach aussen vorn verlaufend in die vordere Kuppel übergeht: dem vorderen Bogengang entsprechend; und einen kürzeren nach aussen hinten gerichteten, der sich in die hintere Kuppel fortsetzt: den hinteren Bogengang (Can. ant., post., ext. der Fig. 12).

Die mittlere Depression entspricht dem Sinus superior utriculi, in dem beide genannten Bogengänge zusammenkommen (Sin. sup.).

Die vordere Kuppel beherbergt die vordere und äussere Ampulle nebst dem vordersten Theil des beide aufnehmenden Recessus utriculi; die hintere dagegen jetzt nur den hintersten Abschnitt des hinteren Bogenganges. Sie setzt sich daher auch äusserlich schärfer als die vordere vom Mittelstück ab.

Die ventralen Theile dieses Mittelstückes der Ohrkapsel nehmen der Utriculus nebst seinen Fortsetzungen (der Sinus sup. reicht natürlich dorsal hoch hinauf), der Sacculus mit seinen Gebilden (Lagena, Pars basilaris, P. neglecta), sowie die grossen perilymphatischen Räume ein (Fig. 17, 18).

Der von der gesammten Ohrkapsel umschlossene Innenraum ist jedoch jetzt kein einheitlicher mehr, vielmehr sind in ihm durch drei Leisten oder unvollkommene Scheidewände ein Hauptraum, der sich in die beiden Kuppeln fortsetzt, sowie drei Nebenräume, die knorpeligen Bogengänge, gesondert.

Eine „Lamina verticalis“ erstreckt sich von der Gegend der oben erwähnten Längsdepression im Innern herab, um unter abgerundetem rechten Winkel mit der Unterfläche des äusseren Bogenganges zusammenzustossen, sie trennt den Raum des äusseren Bogenganges vom Hauptraume ab (Fig. 17 Lam. vert.; in Fig. 11 ist sie ebenfalls, wenn auch von einem jüngeren Stadium, und daher noch sehr schmal, sichtbar. Auf dem augenblicklich vorliegenden Stadium ist sie bereits sagittal ausgedehnter). Um diese Leiste herum schlägt sich der äussere häutige Bogengang, um sich vor ihrem Vorderrande in die vordere Kuppel fortzusetzen. Hinten tritt er nicht in die hintere Kuppel ein, sondern wendet sich schon vor derselben nach einwärts.

Die Leisten für den vorderen und hinteren Bogengang verlaufen im wesentlichen horizontal von der medialen Wand der Ohrkapsel nach aussen herüber, ebenfalls zur Gegend der erwähnten Längsdepression. (In Fig. 18 ist die den vorderen Bogengang abtrennende Leiste getroffen: Lam. hor. ant.) Der mittlere, ebenfalls durch eine Depression äusserlich angedeutete Theil, in dem der Sinus superior liegt, communicirt breit mit dem Hauptraum.

In den Wandungen der Ohrkapsel finden sich jetzt eine Anzahl Foramina, die hier noch zu betrachten sind.

I. In der medialen, der Schädelhöhle zugekehrten Wand:

1. am weitesten vorn eine zwar constante aber bedeutungslose Spalte, die aus dem Schädelraum in den vorderen knorpeligen

Bogengang führt. Da sie nur eine Stelle bezeichnet, an der Knorpel verschiedenen Ausganges an einander stossen, so ist sie auf jüngeren Stadien deutlicher, auf älteren ganz verschwunden (cf. Fig. 11).

2. Dahinter und etwas tiefer liegt ungefähr in der Mitte der Länge des Hauptraumes das Foramen pro ductu endolymphatico.
3. Dicht unter demselben, in Folge seiner Grösse aber sehr viel weiter nach vorn reichend, zugleich dicht über dem Boden liegt das längliche Foramen acusticum. Durch dieses treten beide Theile des N. acusticus, der R. vestibularis und cochlearis, in die Ohrkapsel. Erst auf dem nächsten Stadium ist das einfache Foramen durch eine Knorpelbrücke in zwei getrennt.
4. Hinter dem For. acusticum, dicht über dem Boden, liegt eine grosse Communicationsöffnung zwischen Schädel- und Ohrkapselraum. Durch sie verlässt der Ductus perilymphaticus sup. die Ohrkapsel, um in die Schädelhöhle einzudringen. Das Foramen ist von Hasse als „Foramen rotundum" bezeichnet worden, doch möchte ich es vorläufig dahin gestellt sein lassen, ob es wirklich dem gleichnamigen Foramen bei den Säugern entspricht. Um nichts zu präjudiciren, dürfte die Bezeichnung: For. perilymphaticum superius, im Gegensatze zu dem gleich zu erwähnenden For. perilymph. inf., vorzuziehen sein. (Ueber die perilymphatischen Gänge ist bereits oben gehandelt.)

II. An der ventro-lateralen Fläche der Ohrkapsel liegen:

1. Das „For. pro aquaeductu cochleae" (Hasse).
2. Das „For. ovale".

1. Das „For. pro aquaeductu cochleae" oder das „For. perilymphaticum inferius", wie ich es lieber nennen möchte (Fig. 13 F. peril. inf.), liegt am Boden des hintersten Theiles des Hauptraumes, dicht vor und etwas lateral vom For. perilymphaticum accessorium (cf. p. 306). Es wird eingenommen vom Ductus perilymph. inf.

2. Das For. ovale hat nicht nur seine relative Grösse, sondern auch seine Lage verändert. Was die Veränderung der sagittalen Ausdehnung anlangt, so sollen die nachfolgenden Zahlen nur einen Anhalt geben. Es ist an meinem kleinen Modell die linke Ohrkapsel 4 cm lang, das primäre For. ovale 2 cm.; an dem grösseren (ebenfalls 50 mal vergrössert) die linke Ohrkapsel fast 8 cm, das For. ovale aber auch nur 2 cm lang. Auch der Breiten- resp. Höhendurchmesser des For ov. hat sich relativ verkleinert. Da das Foramen die Aus-

dehnung, die es augenblicklich besitzt, eine Zeit lang beibehält, so ist es wohl berechtigt, jetzt von einem „secundären For. ovale" zu reden. (Fig. 13 F. ov. sec.) Auf die mediale Ohrkapselwand bezogen, fällt der vordere Rand des For. ovale zusammen mit dem vorderen Rande des For. acusticum, der hintere Rand entspricht dem Vorderrande des „For. perilymph. sup." Da sich namentlich die basalen Theile des häutigen Labyrinthes (Sacculus nebst Anhängen) bedeutend entwickelt haben, so hat auch die entsprechende ventrale Partie der Ohrkapsel an Höhe zugenommen, der äussere Bogengang liegt über dem Niveau der Schädelbasis, und damit hat auch das For. ovale, das seine Begrenzungen von dem freien Rande der Basalplatte, sowie von dem inneren Rande der Unterfläche des äusseren Bogenganges erhält, seine Lage geändert. Statt, wie vorher, fast in der Horizontalebene der Schädelbasis, liegt es jetzt in einer schräg von aussen oben nach innen unten gestellten Ebene (Fig. 17).

Das Foramen ist geschlossen durch einen kernreichen Gewebszug, Membrana opercularis (Fig. 17, 18, Mbr. op.). Dieses Opercalargewebe setzt sich im Hauptbereiche des For. oben an den unteren Umfang des äusseren Bogenganges an und geht in das Perichondrium desselben über; unten ist es nicht eigentlich an den scharfen Rand der Basalplatte angeheftet, sondern geht in das Perichondrium über, das die Dorsalfläche des Ohrkapselbodens bedeckt. Es ist demnach die Ebene des Opercalargewebes noch stärker geneigt, als die des knorpelig umrandeten Foramen.

Die Verhältnisse des Ohrkapselinhaltes haben sich jetzt so gestaltet, dass zwar ein nicht unbeträchtlicher perilymphatischer Raum aussen vom Utriculus und Sacculus entstanden ist und auch bis an die äusseren oberen Partien des Opercalargewebes heranreicht, doch aber letzteres mit seinem medialen Abschnitt in grösster Ausdehnung dem unteren äusseren Umfang des Sacculus (resp. des gemeinsamen Utriculo-Saccular-Raumes) eng anliegt (Fig. 17). Nur ganz vorn und hinten drängt der perilymphatische Raum die Theile des häutigen Labyrinthes ganz von dem Opercalargewebe ab [1]) (Fig. 18).

Die beiden Ohrkapseln sind nun auch dorsal mit einander knorpelig verbunden. Die Verbindung, die ich als „synotische Decke" bezeichne (Fig. 12, 14, 17 Tect. synot.), beschränkt sich auf die dem Sinus sup. entsprechende Strecke jeder Ohrkapsel, reicht also weder vorn noch hinten bis zur Grenze der Ohrkapseln. Wie sie entstanden und aufzufassen ist, darüber soll im zweiten Theile die Rede sein.

[1]) An der Unterfläche der Ohrkapsel findet man ausser dem For. pro aquaed. cochleae und dem For. ovale bei Larven dieses Stadiums hin und wieder auch eine Lücke im unteren äusseren Umfang der vorderen Kuppel, entsprechend der Stelle, wo die Vena jugularis interna der Ohrkapsel anliegt (Fig. 19).

Der Vorderrand der synotischen Decke, die bis in die Gegend des For. pro ductu endolymphatico reicht, lässt 3 knorpelige „Deckenleisten“ aus sich hervorgehen: eine mittlere und 2 Randspangen, „Taenia tecti medialis“ und „marginales“ (Fig. 12); die mittlere mit breiter Basis aus der synotischen Decke hervorgehende, endet stark verschmälert in der Höhe des vorderen Ohrkapselumfanges; die beiden Randspangen ziehen medial vom oberen Rande des vorderen Ohrkapselabschnittes nach vorn und sind verbunden mit der hier befindlichen Schädelseitenwand. Mit dem oberen Rande der Ohrkapsel sind sie nur bindegewebig verbunden. Nicht so einfach ist das Verhalten des hinteren Randes der synotischen Decke, das schon oben zur Sprache kam. Sie setzt sich nämlich von der Gegend des For. perilymph. sup. ab in Form einer Leiste auf den medialen Umfang der hinteren Ohrkapselkuppel fort — „Crista occipitalis lateralis“ wurde sie oben genannt — und läuft hier in absteigender Richtung auf den Occipitalbogen aus. Hier ist sie bedeutend verbreitert und erscheint auf dem Querschnitt in Form einer Knorpelbrücke, die den medialen Ohrkapselumfang mit dem Occipitalbogen verbindet (Fig. 15, 16). Unter dieser Knorpelbrücke verlässt die Vagusgruppe das Schädelcavum.

Orbital-Region.

In der Orbital-Region (Fig. 12, 13) fällt als eine wesentliche Veränderung auf das Vorhandensein eines den vorderen Theil der Region einnehmenden knorpeligen Bodens. Durch diesen ist die ursprünglich sehr grosse basi-craniale Fontanelle von vorne her bedeutend eingeschränkt und auf eine Hypophysen-Fontanelle reducirt. Auch der Querdurchmesser der Fontanelle ist relativ kleiner geworden, dadurch, dass sich an die Innenränder der Trabekel neuer Knorpel apponirt hat. Eine Verkleinerung des Längsdurchmessers durch Zuwachs der Basalplatte nach vorn scheint dagegen höchstens in sehr unbedeutendem Maasse stattgefunden zu haben.

Der neugebildete Knorpel setzt sich durch seine Dünne deutlich von den Trabekeln, sowie von der vorderen Trabecularplatte ab (Fig. 13); histologisch unterscheidet ihn das kleinzellige Gefüge des jungen Knorpels von dem grosszelligen alten Knorpel der genannten Gebilde.

Durch die dünnen und noch sehr schmalen Knorpelleisten, die den Innenrändern der Trabekel im Bereich der Fontanelle ansitzen, sind jederseits zwei Gefässe, die auf dem früheren Stadium dicht neben dem Innenrand des Trabekels in die, resp. aus der Schädelhöhle traten, knorpelig umwandet worden, d. h. es haben sich jederseits zwei Foramina, ein vorderes und ein hinteres, gebildet (Fig. 12 und 13. Das hintere For. ist linkerseits noch nicht ganz fertig). Diese beiden Fora-

mina bezeichnen demnach genau die ursprüngliche Lage des unteren inneren Trabekelrandes. Das hintere der beiden Foramina mag als „primäres Foramen caroticum“ bezeichnet werden (F. car. prim.), das vordere als „Foramen craniopalatinum“ (F. cran.-pal.).

Was die beiden Gefässe anbetrifft, so verhalten sich dieselben folgendermassen: Durch das hintere Foramen betritt die Art. carotis interna den Schädelraum. Die Stelle, wo die vorderste Kiemenvene (d. h. die des dritten Visceralbogens) sich mit der Aortenwurzel verbindet, liegt ventral vom Boden der vorderen Ohrkapselkuppel, ungefähr in der Gegend des Ansatzes des Proc. oticus quadrati, medial vom vordersten Thymus-Abschnitt (unmittelbar vor dem in Fig. 18 dargestellten Schnitt). Von dieser Stelle aus geht die A. carotis int. nach vorn, um unterhalb des M. „pterygoideus“ (Fig. 19, A. car. int.), der den Winkel zwischen Proc. ascendens quadrati und Trabekel ausfüllt, zunächst die Art. palatina abzugeben, die in Begleitung des N. palatinus direct nach vorn verläuft. Die Carotis selbst wendet sich nach innen, um durch das primäre For. caroticum in die Schädelhöhle einzudringen. Ihr Verlauf innerhalb derselben ist jedoch nur kurz: sie steigt sofort an der Innenfläche des Trabekels in die Höhe, um sich unter dem Oculomotorius in zwei Hauptäste zu theilen: die Art. ophthalmica, die mit dem N. oculomotorius zusammen durch dessen Foramen in die Orbita dringt, und die eigentliche Carotis cerebralis, die einen R. ant. und einen R. post. zum Gehirn sendet. Vorher hat jedoch die Art. carotis int. schon gleich nach ihrem Eintritt in die Schädelhöhle einen schwachen Ast abgegeben, der am Schädelboden (intracraniell) nach vorn verläuft und durch das vordere der oben geschilderten Foramina, das als „For. cranio-palatinum“ bezeichnet wurde, aus der Schädelhöhle wieder heraustritt, um am Gaumen weiter nach vorn zu verlaufen. Dieser R. palatinus scheint nur während des Larvenlebens vorhanden zu sein; nach der Metamorphose war er nicht mehr zu finden.

Die Art. carotis interna dringt also durch das primäre For. caroticum in die Schädelhöhle, giebt einen R. palatinus ab, der aus derselben durch das For. cranio-palatinum heraustritt, verläuft dann intracraniell zum For. oculomotorii und tritt durch dasselbe nach Abgabe ihrer Gehirnäste als A. ophthalmica in die Orbita.

Die vordere Trabecularplatte, von dem neu gebildeten Boden deutlich durch ihre Dicke und durch das histologische Verhalten des Knorpels abgesetzt, steigt beträchtlich nach vorn hin auf und lässt noch die früher schon vorhanden gewesene mediane Erhöhung erkennen. Auf dem vorderen Theile der Platte beginnt sich die „Ethmoidalplatte“ zu bilden, d. h. der Abschluss des Schädelcavums gegen das präcerebral gelegene Cavum intertrabeculare. Jederseits neben der Mittellinie erhebt sich auf der vorderen Trabecularplatte ein Pfeiler, den ich mit Born als „Ethmoidal-Pfeiler“ (Col. ethm. Fig. 12) bezeichne. Jeder dieser Pfeiler neigt sich mit seinem oberen Ende etwas nach aussen über den N. olfactorius, der lateral von ihm liegt, hinweg und ist mit dem am weitesten vorgeschobenen Theile der Schädelseitenwand zu einem jenen Nerven umgebenden Knorpelring verbunden. Der Raum zwischen beiden Ethmoidalpfeilern ist die „Fenestra ethmoidalis“ („Ethmoidalschlitz“ Born's), die nur von Schleimgewebe verschlossen ist (Fen. ethm. Fig. 12). Die Pfeiler

neigen sich über ihr ein wenig entgegen, ohne zur gegenseitigen Berührung zu kommen.

An den zwei Stellen, wo das vorhergehende Stadium die ersten Anlagen einer knorpeligen Seitenwand erkennen liess, hat sich letztere nun bedeutend weiter gebildet. Die hintere dieser beiden Stellen ist die Gegend, wo sich der Proc. ascendens des Quadratums mit dem Trabekel verbindet. Wie das erste Stadium lehrte, findet diese Verbindung statt vor der Ohrkapsel und zwar mit der oberen Kante des Trabekels. Hier ist nun oberhalb dieser Kante eine allerdings erst nur mässig ausgedehnte Seitenwand entstanden, die unmittelbar über der Basis, also über der ursprünglichen Trabekelkante, von einem Foramen (F. oclm. Fig. 12) durchbohrt ist, durch das der N. oculomotorius den Schädelraum verlässt. Die knorpelige Seitenwand reicht in die Höhe bis zu der vorher geschilderten, von der synotischen Decke her kommenden, dorsalen Randspange (Taen. tect. marg.), mit der sie verbunden ist. Von dem oberen Abschnitt der Seitenwand schiebt sich der Knorpel etwas nach vorn vor, in Form einer sehr kurzen Randspange. Im vorderen Abschnitt der Orbital-Region findet sich wieder ein grösseres Stück Schädelseitenwand, gerade so weit nach hinten reichend, als die Ausdehnung der Commissura quadrato-cranialis ist. Vorn erstreckt es sich bis an den Olfactorius, neigt sich über diesen nach innen und fliesst jederseits mit einem der beiden bereits geschilderten Ethmoidal-Pfeiler zu einem Knorpelring um den Olfactorius zusammen. Eine Decke ist in der Orbitalregion noch nicht vorhanden.

Ethmoidal-Region.

Diese Region hat nur sehr geringe Veränderungen erfahren. Ein Nasenskelet existirt noch nicht und der Abschluss des Cavum cranii gegen den davor gelegenen intertrabecularen Raum hat eben erst begonnen (cf. p. 313). Die Olfactorii treten aber bereits durch knorpelig umrandete Foramina aus der Schädelhöhle heraus.

Die häutigen Nasensäcke liegen noch durchaus seitlich von den Trabekelhörnern, diese allerdings an Höhe überragend, doch so, dass zwischen beiden, d. h. in directer Verlängerung der Schädelhöhle, nur ein mit indifferentem Schleimgewebe gefüllter Raum liegt. Nur die Gl. nasalis inf., die bereits ziemlich kräftig entwickelt ist, schiebt sich etwas von aussen her auf die obere Trabekelkante hinauf nach innen, der untere Blindsack selbst, in den sie mündet, liegt dagegen nur der äusseren schräg lateralwärts abfallenden Trabekelfläche auf. Er ist derjenige Abschnitt des häutigen Nasensackes, der am weitesten nach vorn sich erstreckt, doch bleibt immer noch ein recht

beträchtliches Stück des Trabekelhornes vor ihm frei. Die Trabekel verhalten sich wie vorher, ebenso das Lig. intertrabeculare sup. und inf. Das die Nasensäcke umgebende Gewebe hat sich etwas verdichtet; ich möchte diese die Anlage des Nasenskeletes darstellende Gewebsmasse als „perirhinisches Gewebe" bezeichnen.

Der Zustand des häutigen Nasensackes ist in der Hauptsache noch ebenso einfach wie vorher. Der Anfangstheil an der Apertura externa hat sich etwas schärfer als besonderes Eingangsrohr abgesetzt, in das sich das hohe Riechepithel nicht hinein erstreckt. Der untere Blindsack reicht weit nach vorn. Ein lateraler Blindsack existirt zur Zeit ebenso wenig wie eine Kieferhöhle; von Drüsen ist erst die Gl. nas. inf. vorhanden; Rachendrüse, Gl. nas. sup. und Gl. intermaxillaris fehlen noch durchaus.

Die weite Choane mündet dicht vor dem Vorderrande der Commissura quadrato-cranialis ant.

Die Oberlippenknorpel sind jetzt mit ihren vorderen medialen Theilen zu einer breiten mit unterem scharfen Rande versehenen Platte verschmolzen (Fig. 12, 13 C. lab. sup.).

Quadratum, Meckel'scher Knorpel, Unterlippen-Knorpel.

Das Quadratum lässt im Vergleich mit dem vorhergehenden Stadium nicht unwichtige Veränderungen erkennen. Im allgemeinen hat es allerdings noch seine frühere Form und Lage behalten; es stellt noch eine lange und ziemlich breite, mit ihren Flächen nach oben und unten schauende Knorpelplatte dar (Q), die in der Hauptsache parallel dem Trabekel hinzieht. Die beiden vorher erwähnten Verbindungen mit letzterem, die Commissura quadrato-cranialis ant. sowie der Processus ascendens sind noch vorhanden (Pr. asc. und Com. q.-cr. ant.) und bilden die vordere und hintere Begrenzung des suboculären Fensters. Eine bemerkenswerthe Erscheinung zeigt sich jedoch häufig schon auf diesem Stadium am Vorderrande der Commissura quadrato-cranialis ant. (Fig. 12 und 13 rechterseits; linkerseits erst in Form eines ganz niedrigen Höckers angedeutet). Das vorhin erwähnte Lig. quadrato-ethmoidale ist im Anschluss an die Commissur des Quadratums eine Strecke weit verknorpelt, und so ist ein kurzer, seitlich abgeplatteter und frei endigender Fortsatz entstanden, die erste Andeutung des später so mächtigen Processus pterygoideus, vorläufig einen kurzen Proc. quadrato-ethmoidalis (Pr. q.-ethm.) darstellend. Er liegt am seitlichen Umfange der Mundhöhle unter der Schleimhaut und wird durch den vorderen Abschnitt des Lig. quadrato-ethmoidale, der sehr kräftig entwickelt ist, mit dem Trabekel verbunden. Durch den Fortsatz wird jetzt die Pars articularis des Quadratums deutlicher von dem dahinter gelegenen Hauptabschnitte getrennt, und mit Rücksicht auf die spätere

Umwandlung dürfte es nicht unzweckmässig sein, jetzt diesen hinteren Abschnitt mit PARKER als „Pars metapterygoidea“ der „P. articularis“ gegenüber zu stellen.

Der Proc. muscularis (Pr. m.) ist unverändert, die Hyoid-Verbindung (Fac. Hy.) findet sich noch an alter Stelle. Der Proc. ascendens (Pr. asc.) vor der Ohrkapsel zeigt nun noch deutlicher ein mediales mehr horizontal verlaufendes Stück von dem lateralen, aus dem Quadratum sich breit erhebenden, abgesetzt. Die Knickungsstelle, die schon auf dem ersten Stadium in Form einer Verdickung angedeutet war, ist vom vordersten Abschnitte der Ohrkapsel überwölbt und von ihr nur durch eine schmale Spalte, die von der Vena jugul. int. eingenommen wird, getrennt; der Knorpel ist hier von vorn etwas gehöhlt, gewissermassen durch die vorrückende Ohrkapsel mit seinem oberen Rande nach vorn umgebogen. Eine neue Bildung repräsentirt der Proc. oticus (Pr. ot.), ein kurzer drehrunder Knorpelstiel, der am hintersten äusseren Umfang der Quadrat-Platte entspringt und sich mit der am weitesten nach vorn aussen vorragenden Stelle des äusseren Bogenganges verbindet. —

Durch die vordere Ohrkapselkuppel, den Proc. ascendens, das Stück Schädelseitenwand, das sich auf seiner Verbindungsstelle mit dem Trabekel erhebt, und die laterale dorsale Randspange wird eine grosse Oeffnung begrenzt, die in ihrem unteren Abschnitt vom Ganglion des Trigeminus und Facialis eingenommen wird (Fig. 12, F. Trig.).

Von den MECKEL'schen und den beiden Unterlippen-Knorpeln ist nichts Neues zu berichten (Fig. 12, 13, C. M., C. lab. inf.).

Nerven.

I. N. olfactorius.

Derselbe passirt jetzt durch ein Foramen, dessen unterer Umfang von der vorderen Trabecularplatte, dessen medialer von dem „Ethmoidalpfeiler“ und dessen lateraler von dem vordersten Rande der Schädelseitenwand gebildet wird (Fig. 12 F. olf.).

II. N. opticus.

Betritt noch durch die häutige Schädelseitenwand über dem Trabekel die Orbita.

III. N. oculomotorius.

Dieser hat jetzt ein knorpelig umrandetes Foramen (Fig. 12 F. oclm.) erhalten. Den unteren Umfang desselben bildet der obere Rand

des Trabekels, die hintere Begrenzung ist gegeben durch das schon vorher vorhanden gewesene Stück knorpeliger Schädelseitenwand vor der Ohrkapsel, die obere und vordere Begrenzung sind neugebildet. Durch das For. oculomot. tritt mit dem Nerv zusammen die Art. carot. int. als Ophthalmica in die Augenhöhle.

IV. N. trochlearis.

Verhält sich noch genau so, wie auf dem vorhergehenden Stadium.

VI. N. abducens.

Auch über diesen ist nichts Neues zu berichten.

V. u. VII. Trigeminus und Facialis.

Die allgemeinen Verlaufsverhältnisse sind dieselben, wie auf dem vorhergehenden Stadium, und nur wenige Punkte müssen hervorgehoben werden.

Sowohl der Stamm des Facialis wie die „Radix accessoria" sind jetzt nicht mehr wie vorher Ganglienzellzüge, sondern wirklich Nerven und rein fibrillär, und man trifft demnach vom vorderen Umfange des For. acusticum an, wo sich der Trigeminus zwischen beide legt, drei fibrilläre Querschnitte über einander. Wie vorher, so zeigen aber auch jetzt noch der Facialis und die Rad. access. die am weitesten caudalwärts sich erstreckenden Ganglienzellen (Fig. 12) und auch nachdem die des Trigeminus im Schnitte erschienen sind, ist der untere (Facialis-) Abschnitt durch seine grossen und stark pigmentirten Zellen zu unterscheiden. Auch das „Nebenganglion" ist gut von der Hauptmasse zu trennen. Das gesammte Ganglion liegt mit seiner grössten Masse zwischen der vordersten Ohrkapselkuppel, dem Proc. ascendens quadrati und der Basalplatte nebst dem Anfangstheil des Trabekels. Es schiebt sich noch sehr weit auf den Proc. ascendens hinauf nach vorne.

Ueber den Verlauf der Aeste des „Nebenganglion" und des Trigeminus-Abschnittes ist etwas Neues nicht zu berichten; dass die Nerven jetzt kräftiger und daher ihr vorher manchmal nur schwer erkennbarer Verlauf (so z. B. der des R. communicans n. maxill. sup. c. n. palatino) jetzt deutlicher ist, ist selbstverständlich. Die Theilung des R. maxillaris in seine beiden Aeste erfolgt erst vor dem N. opticus. Unter den Frontalästen des Orbito-nasalis, deren es mehrere giebt, geht einer eine deutliche Anastomose mit dem Trochlearis, dem er lateral anliegt, ein.

Der R. hyomandibularis (Fig. 12, 19, VII. 1) enthält noch an seinem Anfangstheile viele Ganglienzellen. Seine Anastomose mit

dem R. communicans n. glossopharyngei (Fig. 12, 19, IX, 1 (co)) an der Unterfläche des hintersten Quadrat-Abschnittes ist jetzt deutlich, auch seine Lagebeziehung zur Tuba Eustachii (diese liegt medial von ihm an der Unterfläche des Quadratums) fällt jetzt mehr auf als vorher, wo die Tube noch ungemein fein war. Ueber die Vertheilung seiner Aeste ist nichts Neues zu berichten.

Den R. palatinus (Fig. 12, 19 VII, 2) fand ich an einer besonders gut gefärbten Serie mit zwei Wurzeln entspringend. Die accessorische kleinere trat hinter der Hauptwurzel aus, durchsetzte den M. „pterygoideus" (M. pteryg.) und umgriff die Art. palatina mit zwei Aesten dorsal und ventral. Die beiden Aeste vereinigten sich dann mit der medial gelegenen Hauptwurzel zum Stamme des N. palatinus. Obwohl ich dieses Verhalten nicht mit Sicherheit an anderen gleichaltrigen Serien fand, so möchte ich es doch für die Regel halten, da es auch bei älteren Larven und bei Thieren nach der Metamorphose zu beobachten ist.

Der R. communicans n. maxill. sup. c. n. palatino verläuft jetzt dorsal von dem kurzen Proc. quadrato-ethmoidalis, der sich in das Lig. quadrato-ethmoidale hinein gebildet hat.

VIII. Acusticus.

Larven dieses Stadiums und nur wenig ältere lassen schon leichter erkennen, dass die aus den Seitentheilen der Med. obl. kommenden Nervenfasern sich zu zwei Gruppen vertheilen, so, dass die dorsal entspringenden sofort die Richtung nach aussen unten einschlagen, über die ventral entspringenden hinweg verlaufen, um zum Acusticus zu werden, während die ventral entspringenden nach vorn umbiegen, medial vom Acusticus verlaufen und als Facialis und Radix accessoria zum gemeinsamen Trigemino-Facialis-Ganglion ziehen. Ihr specielles Verhalten ist oben erwähnt, hier erübrigt noch einiges über die Aeste des Acusticus zu bemerken (Fig. 17, 18).

Die Fasern der Acusticus-Wurzel laufen, wie erwähnt, über die des Facialis hinweg nach aussen, und gelangen, zahlreiche Ganglienzellen aufnehmend, zum Foramen acusticum der Ohrkapsel. Dies Foramen ist durch eine bindegewebige Brücke in eine hintere und vordere Hälfte getheilt. Die Ganglienzellen erstrecken sich sowohl durch das hintere Foramen mit dem N. cochlearis eine Strecke weit in die Ohrkapsel hinein, als durch das vordere For. mit dem N. vestibularis. Man kann zwei Arten von Zellen unterscheiden: 1. mässig pigmentirte grössere, die mehr am oberen Umfang des R. cochl. und vest. liegen und spärlich sind, und 2. nicht pigmentirte, mehr am un-

teren Umfang der Nerven gelegene. Die Richtung des R. cochl. geht nach hinten, die des R. vestibularis nach vorn.

IX u. X. Glossopharyngeus-Vagus-Gruppe.

Die Wurzelverhältnisse sind dieselben wie bisher. Auffallend ist mir, dass die vordere dorsale Wurzel sehr blass, die darunter gelegene ventrale Wurzel dagegen, ebenso wie die dritte und vierte Wurzel, durch grösseren Kernreichthum dunkler ist. Die dorsale blasse verläuft dicht unter dem Anfangstheil der Crista occipitalis lateralis nach aussen, liegt dabei über dem Ganglion und, wie es scheint, ohne Antheilnahme an demselben. Vielmehr nimmt sie, unter der Crista aussen hervorgetreten, selbst grosse pigmentirte Ganglienzellen in sich auf, die sich von den darunter gelegenen kleinen und pigmentlosen Zellen des Hauptganglion deutlich absetzen. Man kann also auch hier bei der Vagus-Gruppe, wie beim Trigeminus, vorübergehend ein „Nebenganglion“ unterscheiden. Aus diesem Nebenganglion geht ein R. cutaneus hervor, der lateralwärts aufsteigt, um dann rückwärts gewendet subcutan sehr weit nach hinten zu verlaufen (wahrscheinlich Seitennerv). Das Hauptganglion schiebt sich eine kurze Strecke weit in die Schädelhöhle vor, liegt aber zum grössten Theile hinter der Ohrkapsel, deren hinterer Kuppel ventral angeschmiegt. Aus der Schädelhöhle heraus tritt es jetzt durch ein allseitig knorplig umwandetes For. jugulare, das durch Verbindung des Occipitalbogens mit der Crista occipitalis an der hinteren Ohrkapselkuppel entstanden ist. Beide Nerven liegen enger aneinander als vorher, der Glossopharyngeus, wesentlich aus Fasern bestehend, dicht an der Ohrkapsel, der Vagus. der mehr einen langgestreckten Ganglienzellzug darstellt, lateral und etwas ventral davon. Noch im Bereich des hintersten Ohrkapsel-Abschnittes lässt der Vagus aus einer besonderen gangliösen Anschwellung seine Aeste entstehen, von denen nur einer, mit Ganglienzellen reichlich versehener, den Glossopharyngeus noch ein Stück weiter begleitet, immer ventral und lateral von jenem liegend.

Der Glossopharyngeus verläuft rein fibrillär unterhalb des äusseren Bogenganges bis zum hinteren Umfang des Foramen ovale; hier nimmt er auch Ganglienzellen in sich auf, und es bildet sich das „zweite Glossopharyngeus-Ganglion“ (Fig. 13 Ggl. IX), das langgestreckt aussen vom oberen Rande des Foramen ovale unter dem durch den äusseren Bogengang erzeugten Vorsprung liegt.

Die Aeste desselben haben denselben Verlauf, wie auf dem vorhergehenden Stadium. Die Anastomose des R. communicans mit dem N. hyomandibularis an der Unterfläche des Quadratums ist jetzt deutlich (Fig. 12, 19 IX, 1 und 2).

Drittes Stadium.

Rana fusca gegen das Ende der Metamorphose. Ganze Länge 29 mm; Körper 13 mm, Schwanz 16 mm, also schon beträchlich reducirt. 4 Extremitäten.

Fig. 25—37.

Das Primordial-Cranium zeigt jetzt Veränderungen hauptsächlich in der Ethmoidal- und Orbital-Region. Der larvale Kauapparat ist verschwunden, der definitive Kieferapparat in Ausbildung. Occipital- und Labyrinth-Region sind wenig verändert.

Basalplatte und Occipital-Region.

Beginnen wir die Betrachtung wieder mit dem hinteren Schädel-Abschnitt, so finden wir hier die Basalplatte etwas nach vorn vergrössert. Sie reicht jetzt bis in die Gegend des primären Foramen caroticum, das früher ein ganzes Stück vor ihrem Vorderrande lag. Auf das Gehirn bezogen erstreckt sie sich jetzt bis unter den vorderen Theil der Hypophyse, d. h. die Stelle, wo der Hohlraum derselben mit dem Zwischenhirn communicirt. Demnach liegt jetzt nur noch der vorderste Abschnitt der Hypophyse in der vom Parasphenoid unten verschlossenen basi-cranialen Fontanelle.

Die Chorda hat ihre frühere Ausdehnung ziemlich beibehalten, d. h. sie ist ungefähr bis zur Mitte der Basalplatte verfolgbar (Fig. 26), doch lässt sich auch in der davor gelegenen Region — auf die Ohrkapsel bezogen bis vor die Gegend des vorderen Acusticusloches — ihre frühere Lage noch an einem schmalen senkrecht gestellten Spalt erkennen, der beide Basalplatten-Hälften trennt. In der Haupt-Ausdehnung der Chorda ist der Querschnitt derselben rechteckig, mit grösserem Quer- und geringerem Höhen-Durchmesser, über die Oberfläche der Basalplatte ragt sie nicht mehr hervor (Fig. 34). Die beiden Hälften der letzteren liegen nur dem seitlichen Chorda-Umfang an, sind aber weder ventral noch dorsal von ihr knorpelig verbunden. Eine beginnende Auflösung des Knorpels, über die im zweiten Theile noch näher zu berichten sein wird, macht sich ventral neben dem hintersten Abschnitt der Chorda bemerkbar (Fig. 34*). Ein anderes Moment, das auch erst später genau gewürdigt werden kann, ist, dass sich über dem hintersten Chorda-Abschnitt die beiden Basalplatten-Hälften mit einander zu verbinden streben (Fig. 34). Hinten endet

jede Basalplatten-Hälfte wie vorher, mit einem nach hinten aussen verlaufenden und in den aufsteigenden Occipitalbogen übergehenden Rand, der nur dadurch etwas unregelmässiger ist als früher, dass dem hinteren Umfang des Occipitalbogens jetzt ein deutlicher nach hinten vorspringender Gelenkhöcker ansitzt. Von der Basalplatte setzt sich die Chorda durch das Occipito-Vertebral-Gewebe hindurch in das Tuberc. interglenoidale des ersten Wirbels fort, dessen Form auch noch kurz Erwähnung finden mag. Die Knorpel, die vorher nur dem seitlichen Chorda-Umfang ansassen, haben sich nun auch ventral und dorsal von dieser vereinigt. Dieser ventrale und dorsale Ueberzug ist sehr dünn an der breitesten Stelle des Wirbels, d. h. zwischen den Ansätzen der Bogen, wo dementsprechend auch die Chorda ihre frühere Form beibehalten hat; vorn dagegen, im Bereiche des Tuberc. interglenoidale, umgiebt er in dickem Ringe die dadurch stark comprimirte Chorda (Fig. 36). Das Tuberculum interglenoidale schiebt sich wie vorher in die Incisura occipitalis vor und scheint nicht nur absolut, sondern auch relativ an Ausdehnung nach vorn gewonnen zu haben, und zwar offenbar auf Kosten eines Theiles des ursprünglichen occipito-vertebralen Gewebsringes. An den Seitentheilen des I. Wirbels fällt jederseits eine Pfannenbildung für den Occipitalhöcker auf; die Pfanne sitzt dem vorderen Umfang des basalen und des Anfangstheiles des aufsteigenden Bogen-Abschnittes, sowie dem seitlichen Umfang des Tuberculum interglenoidale an. Occipitalhöcker und Wirbelpfanne sind noch durch ein kernreiches Gewebe mit einander verbunden.

Die Knorpelbrücke, die auf dem früheren Stadium das For. perilymphaticum accessorium vom For. vagi trennte, ist verschwunden; beide Foramina sind jetzt zu einer gemeinsamen grossen Oeffnung („For. jugulare“) vereinigt, die nur in der Mitte etwas verengt ist und dadurch eine Sonderung in zwei Abschnitte, einen vorderen und einen hinteren, erkennen lässt (Fig. 13 F. jug.).

Labyrinth-Region.

Abgesehen von der Bildung des Operculum und der Columella hat sich eine wesentliche Veränderung an der Ohrkapsel nicht vollzogen, nur die Dimensionen sind etwas andere geworden. Am meisten in die Augen fallend ist die Thatsache, dass die Kapsel an Höhe mehr gewonnen hat, als in den anderen Dimensionen. Das Plus der Höhenzunahme kommt dabei vorwiegend auf ein Wachsthum der unteren Partieen und hängt mit der weiteren Ausbildung der cochlearen Theile des häutigen Labyrinthes, sowie auch des perilymphatischen Raumes zusammen. Dementsprechend tritt jetzt der äussere Bogengang gegenüber der übrigen Kapsel mehr zurück und liegt auch ein ganzes Stück

über dem Niveau des Ohrkapselbodens, ist also gegen früher in die Höhe gerückt.

Der Zustand des häutigen Labyrinthes kommt dem völlig ausgebildeten schon sehr nahe, ich kann daher von einer speciellen Schilderung absehen.

Im mittleren Abschnitte der Ohrkapsel ist nun ein besonderer unter dem Niveau des Canalis externus gelegener Raum unterscheidbar (Fig. 28, 29), aussen durch eine ungefähr senkrecht stehende Wand begrenzt, in der das Foramen ovale liegt. Diese Wand stösst in einem nach unten aussen offenen rechten Winkel mit der Unterfläche des äusseren Bogenganges zusammen. Im vorderen und hinteren Abschnitte der Ohrkapsel wird dieser Winkel immer mehr abgerundet, so dass beide ihn bildenden Flächen nur eine einzige mit einer leichten Einziehung versehene bilden. Der Querschnitt der Kapsel wird hinten und vorn wieder ungefähr dreiseitig.

Das durch die drei Bogengänge auf der Ohrkapsel-Oberfläche erzeugte Relief ist scharf und kräftig ausgeprägt (Fig. 25). Eine Veränderung zeigt die Anlagerungs-Stelle des Proc. oticus quadrati. Hier findet sich jetzt eine kräftige, sagittal an den äusseren Bogengang angesetzte, überhängende Leiste — Crista parotica —, an deren vorderem Ende das Quadratum ansitzt (Fig. 27, 28, Cr. p. ot., Pr. ot.). Das vorher einfache Acusticus-Loch ist jetzt durch eine Knorpelbrücke in zwei Foramina getheilt, von denen das vordere (Fig. 28 F. ac. I.) dem N. vestibularis, das hintere dem N. cochlearis zum Durchtritte dient.

Die Hauptbeachtung verdient aber das For. ovale. Wie schon bemerkt, liegt es jetzt in der äusseren Wand des unteren Kapselraumes, seine Ebene steht ungefähr senkrecht. Verschlossen ist es jetzt zum grössten Theil durch eine ovale, mit dem längsten Durchmesser sagittal gestellte Knorpelplatte, das Operculum (Fig. 29 Op.). Diese Platte ist mit dem oberen Rande des Foramen, d. h. mit dem unteren Umfange des äusseren Bogenganges, eine kurze Strecke weit knorpelig verbunden, ihr unterer zugeschärfter Rand erreicht dagegen den Unterrand des Foramen nicht, vielmehr bleibt hier eine durch Bindegewebe ausgefüllte Spalte (Fig. 29). Die innerste Schicht dieses Gewebes zieht in directer Fortsetzung des scharfen Randes des Operculum auf die dorsale Fläche des Ohrkapselbodens.

Ebensowenig reicht aber das Operculum bis an den eigentlichen Vorderrand des Foramen ovale. Hier hat sich vielmehr ein zweites Gebilde, die Columella, angelegt. Dieselbe stellt zunächst noch einen kurzen Stab vor, der von hinten innen nach vorn aussen gerichtet, dicht unter dem äusseren Bogengange liegt (Fig. 26). Mit seinem hinteren Ende schiebt er sich etwas an die concave Innenseite des Operculum, mit dem er nur durch Bindegewebe verbunden ist,

sein vorderes Ende ragt über den vorderen Umfang des Foramen heraus nach vorn (Fig. 25 und 29), und ist fortgesetzt durch einen dichten Gewebszug, der bis an den hinteren Umfang des Quadratum verfolgt werden kann (Lig. suspensorio-columellare). Die Klarheit der Verhältnisse erleidet nur dadurch eine Störung, dass der untere Umfang des Stabes mit dem unteren Rande des For. ovale vor dem Operculum in Verbindung steht. So schliesst das Foramen scheinbar schon dicht vor dem Vorderrande des Operculum ab, und erst die genauere Betrachtung zeigt, dass hier nur eine schmale Knorpelzunge („Crista praeopercularis“ Cr. pr. op. Fig. 28, 29) vor dem Operculum die Columella mit dem unteren Umfange des Foramen verbindet. Die eigentliche vordere Begrenzung des Foramen liegt erst davor; sie ist in Fig. 28 sichtbar.

Noch eine weitere Complication ist hier namhaft zu machen. Die Fig. 28 und 29 zeigen, dass der obere Rand des vorderen Abschnittes des Operculum nicht zusammenfällt mit der Innengrenze des äusseren Bogenganges, sondern der Unterfläche desselben anliegt, und dass dasselbe mit der „Columella“ der Fall ist. So dehnt sich der untere grosse Raum der Ohrkapsel noch etwas unter den äusseren Bogengang lateralwärts aus und bildet hier eine Art Nische, die von einer Fortsetzung des Cavum perilymphaticum eingenommen wird. Dieser laterale Abschnitt des unteren Ohrkapselraumes ist es, der später als Fossa fenestrae ovalis vom Hauptraum knorpelig abgetrennt wird (Fig. 28 medial von Cr. pr. op., vergl. Fig. 42).

Das Operculum und die Columella mit ihrer unteren knorpeligen Verbindung, die beide in dieser Gegend die laterale Ohrkapselbegrenzung bilden, sind somit aus der durch die Innenwand des äusseren Bogenganges gelegten Sagittalebene nach aussen gedrängt, und da der ursprüngliche Vorderrand der Fenestra ovalis in die unmittelbare Fortsetzung jener Ebene fiel (p. 311), so bleibt zwischen dem Vorderrand des For. ovale und der Crista praeopercularis ein nach vorn aus der Ohrkapsel herausführender Spalt (Fig. 28, in der Richtung des Pfeiles), der nur dadurch etwas verengt wird, dass dicht vor dem Foramen ovale der Uebergang aus dem breiten Mitteltheile der Ohrkapsel in den weniger umfänglichen vorderen Abschnitt durch eine Verdickung der äusseren Wand unterhalb des äusseren Bogenganges bewirkt wird. Diese verdickte Wandstelle bildet den vorderen Abschluss der späteren Fossa fenestrae ovalis. —

Am hinteren Abschnitte des Operculum inserirt an der Aussenseite desselben ein kleiner Muskel, der vom äusseren Umfang des äusseren Bogenganges entspringt. Dugès (10) erwähnt ihn bereits und fasst ihn als einen Theil des „Occipito-sousscapulaire“ (Levator anguli scapulae Ecker) auf; auch Cope (8) schildert ihn und bildet ihn ab. Ich will ihn als „M. opercularis“ bezeichnen.

Die synotische Decke (Fig. 25 Tect. synot.) hat eine Veränderung nicht erfahren. Vorne reicht sie bis in die Gegend des For. pro ductu endolymphatico, hinten setzt sie sich nach wie vor jederseits in die Crista occipitalis lateralis am inneren Umfang der hinteren Ohrkapselkuppel fort und läuft auf den Occipitalbogen aus. Die Form des For. occipitale ist dieselbe geblieben. Vom Vorderrande der synotischen Decke ausgehend findet man wieder die drei Deckenspangen, doch sind jetzt die beiden lateralen (Taeniae tecti marginales) mit den oberen inneren Rändern der vorderen Ohrkapselkuppeln knorpelig verbunden und erscheinen somit nur noch als nach innen vorspringende leistenförmige Verbreiterungen dieser Ränder. Vor der Ohrkapsel setzen sich die Leisten noch fort; die seitlichen verbinden sich mit der Seitenwand der Orbitalregion, das Trigemino-Facialis-Ganglion überbrückend, die mittlere (Taen. tect. med.) endet ausnahmsweise noch caudalwärts vom vorderen Ohrkapselumfang. (Genaueres siehe bei der „Orbital-Region“.)

Orbital-Region.

In der Orbital-Region hat die Entwickelung des Bodens und der Seitenwände bedeutende Fortschritte gemacht. Die Basalplatte der Labyrinthregion setzt sich vorn continuirlich fort in den knorpeligen Boden der Orbitalregion, der nur in seinem hinteren Abschnitte von der jetzt noch bedeutender reducirten Hypophysen-Fontanelle durchbrochen ist. Letztere reicht nach vorn gerade bis zur Gegend des Hinterrandes des For. opticum (Fig. 25), hinten bis zur Gegend des vorderen Ohrkapselumfanges, und ist ventral verschlossen durch das Parasphenoid. Dieses stützt somit den vorderen Theil der Hypophyse, der im Bereich der Fontanelle liegt. Der grössere hintere Abschnitt der Hypophyse (der Theil, der nicht direct mit dem Zwischenhirn communicirt), liegt bereits dem knorpeligen Boden auf.

Bei der Betrachtung von der Schädelhöhle aus sind weder am Boden noch an der Seitenwand die ursprünglichen Trabekel irgendwie abgesetzt unterscheidbar, dagegen lassen sie sich im vorderen Abschnitte der Region an der Ventralfläche noch in den verdickten Aussenrändern des Bodens wiedererkennen, die von den mittleren Partien durch seichte Rinnen abgesetzt sind (Fig. 26). Im hinteren Abschnitte sucht man auch an der Ventralfläche vergeblich nach den Trabekeln, theils weil sie auf die Dicke des übrigen Knorpels reducirt, theils weil sie überhaupt zu Grunde gegangen sind. Sucht man sich aus dem Verlauf des Oculomotorius und der Carotis interna (cf. p. 312), die für ihre Grenzen massgebend sind, über den ihnen entsprechenden Bezirk klar zu werden, so findet man diesen hier im hinteren Abschnitte der Or-

bitalregion nicht mehr rein am Boden, sondern schon in die Seitenwand verschoben. Ich komme bei der Besprechung der letzteren auf diesen Punkt zurück.

Eine knorpelige Seitenwand, die sich durch die volle Höhe des Gehirn-Cavums erstreckt, besteht nunmehr in der ganzen Orbitalregion, vom vorderen Ohrkapsel-Umfange bis zu der „Ethmoidalplatte".

Die Ohrkapsel hat sich offenbar nach vorn bedeutender ausgedehnt; sie reicht beiläufig bis in die Querebene durch das For. oculomotorii und hat das Trigemino-Facialis-Ganglion gänzlich überwachsen. Mit der oberen Hälfte ihrer Vorderfläche, mehr dem inneren Umfange genähert, ist nun die Schädelseitenwand der Orbitalregion verwachsen und geht zugleich continuirlich in die obere der Ohrkapsel ansitzende Randleiste (Fig. 25 Taen. tect. marg.) über. So wird von dem inneren Umfange der vorderen Ohrkapselkuppel, der Basalplatte und dem nichtverwachsenen freien unteren Theil des Hinterrandes der orbitalen Schädelseitenwand ein Foramen umschlossen, das noch unterhalb und medial vom vordersten Ohrkapsel-Abschnitte liegt und vom Trigemino-Facialis-Ganglion eingenommen ist (Fig. 26 F. Trig.).

Vor diesem durch so verschiedene Gebilde begrenzten Trigeminus-Foramen und von ihm nur durch eine sehr schmale Knorpelbrücke getrennt, liegt in der Schädelseitenwand ein grosses unregelmässig gestaltetes Foramen, das mit einem unteren Zipfel noch in den Boden einschneidet. Dies ist entstanden durch Verschmelzung des primären For. caroticum und des For. oculomotorii.

Der Trabekel-Abschnitt, der vorher beide Foramina trennte, ist fast völlig zerstört und nur noch als ein Zug fibrösen Gewebes mit zahlreichen Kernen unterscheidbar. Durch den obersten Abschnitt der neu entstandenen grossen Oeffnung tritt jetzt der Oculomotorius aus; die Arteria carotis betritt die Schädelhöhle durch den unteren Abschnitt des Foramen, steigt medial von jenem Gewebszug in die Höhe, nnd verlässt das Schädelcavum wieder durch den oberen Theil des Foramen, zusammen mit dem Oculomotorius, als Art. ophthalmica. Unmittelbar vor dem Austritt giebt sie noch den Cerebral-Ast ab. Ein Vergleich mit dem vorhergehenden Stadium ergiebt nun klar, dass hier eine starke Ausweitung des Schädelcavums stattgefunden hat: auch der untere Abschnitt des gemeinsamen Foramen, der vorher ganz am Boden lag, ist fast schon in die Schädelseitenwand gerückt.

Vor dem eben besprochenen Foramen trifft man eine weitere, ebenfalls sehr grosse, Lücke, das For. opticum, und unterhalb ihres vorderen Theiles, schon eigentlich am Boden liegend, das kleine „For. cranio-palatinum" (cf. p. 313). Direct über dem For. opticum, ungefähr seiner Mitte entsprechend, liegt das For. pro n. trochleari.

Im Uebrigen ist die ganze Schädelseitenwand, wie auch der Boden, solide.

Seinen vorderen Abschluss erhält das Gehirn-Cavum jetzt durch eine frontal gestellte, etwas caudalwärts ausgehöhlte Platte, die Ethmoidalplatte, die von den zwei For. für die beiden Nn. olfactorii durchsetzt ist. In die Ethmoidalplatte setzt sich unten der sanft ansteigende Boden fort, seitlich stossen die beiden Schädelseitenwände in rechtem Winkel an sie an. Dicht hinter dieser Ansatz-Stelle bemerkt man an der Aussenseite der Schädelseitenwand eine kurze Leiste, die von oben her den N. orbito-nasalis dicht vor seinem Eintritt in die Nasenhöhle deckt (Fig. 25).

Was nun die Verhältnisse an der Decke der Orbitalregion anlangt, so muss ich zunächst bemerken, dass das, was das Modell und die nach ihm ausgeführte Fig. 25 zeigt, nicht ganz mit dem übereinstimmt, was ich als Regel bei anderen Serien des Metamorphosen-Stadiums fand. In der Regel ist nämlich jetzt bereits vor der Ohrkapsel eine kurze Strecke weit eine continuirliche Deckenleiste zwischen den oberen Rändern der Seitenwände vorhanden und mit dem Hinterrande dieses quergelagerten dorsalen Knorpel-Bandes — „Taenia tecti transversalis“ will ich es nennen — ist die von der synotischen Decke her kommende Taenia tecti medialis verbunden. Kurz, es ist gewöhnlich jetzt schon der Zustand erreicht, den Fig. 41 von einem Stadium nach der Metamorphose darstellt.

Die Serie, nach der das Modell hergestellt ist, zeigte nun ein abweichendes Verhalten, das übrigens — was gleich bemerkt sein möge, — auch noch in einer anderen Serie gleichen Stadiums angetroffen wurde. Die beiden Seitenwände sind vor der Ohrkapsel noch nicht continuirlich mit einander verbunden, sondern hören mit einem etwas einwärts gebogenen oberen Rande auf und innerhalb der zwischen ihnen gelegenen häutigen Decke ist ein isolirtes Knorpelplättchen, entsprechend der hinteren Hälfte der Epiphyse, vorhanden (Fig. 25. Die graue Linie, die dieses Plättchen mit den Seitenwänden verbindet, soll den durchgezogenen Draht andeuten). Die Taenia tecti medialis der Labyrinthregion endet, ohne die vordere Ohrkapsel-Grenze zu erreichen. — Ich komme auf diesen Befund im zweiten Theile noch zu sprechen.

Der vorderste Theil der Schädelhöhle besitzt ein sehr gering ausgedehntes Dach, im Anschluss an den oberen Rand der Ethmoidalplatte.

Ethmoidal-Region.

Als ein ganz neuer Bestandtheil des Craniums erscheint auf dem vorliegenden Stadium das complicirte knorpelige Nasenskelet, dessen specielle Verhältnisse den definitiven schon sehr nahe kommen. Von den Trabekelhörnern ist nichts mehr zu sehen, sie sind theils resorbirt, theils zur Bildung des Bodens der Nasenkapsel verwandt worden. Der larvale Kauapparat ist als solcher verschwunden; die Oberlippenknorpel sind überhaupt nicht mehr vorhanden und die Unterlippenknorpel haben sich inniger mit den MECKEL'schen Knorpeln verbunden, als deren mediale vordere Stücke sie erscheinen.

Da die Formverhältnisse des Nasenskeletes schon jetzt im wesentlichen den ausgebildeten gleichen, so kann die hier zu gebende Schilderung als in den Hauptsachen auch für den definitiven Zustand gültig angesehen werden, und ich werde beim nächsten Stadium nur noch wenige Bemerkungen hinzu zu fügen haben. In der Bezeichnung der Theile des häutigen Nasensackes folge ich der bekannten Arbeit von BORN (4); von seiner Schilderung des Nasenskeletes weicht die meinige in einigen, namentlich die hinteren Theile der Nasenhöhle betreffenden, Punkten ab.

Der Configuration der häutigen Nasenhöhle, die im hinteren Abschnitte nur den Hauptnasenraum und die Kieferhöhle in weiter Communication mit einander unterscheiden lässt, vorn dagegen diese beiden als oberen und unteren Blindsack fortsetzt und ihnen noch einen mittleren, mehr seitlich gelegenen, zugesellt, passt sich die Knorpelkapsel an, indem sie hinten einen weiten ungetheilten Raum, vorn dagegen drei von einander durch Scheidewände getrennte Räume formirt (Fig. 30 u. 31). Die Nasenhöhlen beider Seiten, die durch ein Septum cartilagineum (S) von einander getrennt sind, liegen unmittelbar vor dem Schädelcavum, doch reicht ihre Ausdehnung im hinteren Abschnitte lateralwärts sehr weit über das Gebiet der Schädelhöhle hinaus, so dass diese Partien eine präorbitale Lage haben. (In Fig. 30 liegt die Grenze zwischen For. olf. und dem For. pro V, 1.)

Ich bespreche zunächst die hinteren einfachen Abschnitte. Von der Schädelhöhle abgetrennt sind sie durch eine frontal gestellte Platte, die „Ethmoidalplatte“ (Fig. 30. Pl. ethm.), die jederseits von dem For. olfactorium (F. olf.) durchbohrt ist. Diese Platte, aus deren Mitte das Septum nach vorn zieht, bildet im medialen Abschnitte die Hinterwand der Nasenhöhle und ist lateral fortgesetzt durch eine etwas caudalwärts gerückte, senkrecht von der Aussenfläche der Schädelseitenwand abstehende (frontal gestellte) Platte, die „Pars plana“ (PARKER),[1]) die

[1]) Der Ausdruck findet sich bei PARKER z. B. in: Skull of the common Lizard. (Philos. Transact. 1879 p. 610). In Ermangelung eines besseren mag er vorläufig

zugleich die Orbita von vorn begrenzt (Fig. 24, 30 P. pl.). Sie wird dicht neben der Schädelseitenwand, nahe dem oberen Rande derselben, durchsetzt vom R. nasalis des Trigeminus (Fig. 24, 30 V, 1); oft finden sich auch zwei Foramina, von denen dann das mediale dem R. septi narium, das laterale dem R. externus nar. zum Durchtritt dient.

Die „Pars plana" ist ungefähr dreikantig; die mediale senkrecht stehende Kante entspricht der Verbindung mit der Schädelseitenwand, die untere verläuft im Niveau der Schädelbasis horizontal nach aussen und stösst hier mit der lateralwärts stark geneigten äusseren Kante zusammen.

Mit dem oberen Rande der Ethmoidalplatte ist die Decke (Tect. nas.), mit dem der Pars plana die Seitenwand des hinteren Nasenhöhlen-Abschnittes verbunden, die jedoch beide continuirlich in einander übergehen (Fig. 25).

Die Decke hängt mit dem oberen Rande des Septum zusammen, setzt sich unmittelbar in die der anderen Seite und auch in die des vorderen Nasenhöhlen-Abschnittes fort. Die Seitenbegrenzung ist dagegen für beide Abschnitte eine sehr verschiedene: für den vorderen sehr complicirt, für den hinteren sehr einfach. Hier wird sie gebildet durch eine dreieckige solide Knorpelplatte, die dem oberen Rande der Pars plana ansitzt und sich vorn mit einem von vorn innen nach hinten aussen verlaufenden Rande begrenzt. Sie steigt zunächst bis zum Niveau des Kapselbodens hinab und besitzt hier die geringste sagittale Ausdehnung, setzt sich aber dann wieder breiter werdend noch über jenes Niveau hinaus nach abwärts fort als eine ungefähr dreiseitige Platte (Fig. 24, 25, 30). Diese ruht mit ihrer unteren Kante auf dem knöchernen Maxillare, deckt die „Kieferhöhle" von aussen und sendet nach vorn wie nach hinten einen Fortsatz aus. Der vordere, Processus maxillaris anterior (Pr. max. ant.) wird von dem Knochen des Oberkiefers umschlossen (von Parker als „prepalatine spur" bezeichnet), der hintere, Proc. maxillaris posterior (Pr. max. post.), der sehr viel länger und zugleich hakenförmig nach innen gekrümmt ist, legt sich der Spitze des Proc. pterygoideus quadrati aussen an, mit der er innig verbunden ist (Fig. 25).

---

für den ganzen lateral von der Schädelseitenwand abstehenden Theil der Nasenkapsel-Hinterwand gebraucht werden. Parker sagt allerdings: „the antorbital plate or ‚pars plana'", ich möchte jedoch beide Bezeichnungen für verschiedene Gebilde gebrauchen: „Pars plana" für die ganze Hinterwand, „Proc. antorbitalis" nur für den unteren Theil derselben bis zum For. pro N. nasali. Durch diesen Nerven wird der Proc. antorbitalis auch bei den Urodelen begrenzt (cf. Theil II). Da er bei letzteren eine geringere Höhe besitzt, als bei den Anuren, so hat bei jenen die sich herabsenkende Decke an der Bildung der Hinterwand (der „pars plana") einen grösseren Antheil.

Ein Boden existirt in dem einfachen Cavum posterius der Nasenkapsel nur unvollständig und zwar längs des Septum (Fig. 26, 30 Sol. nas.) Er ist hinten am schmalsten, verbreitert sich aber nach vorn und ist dabei nach abwärts geneigt. Von unten betrachtet zeigt er sich in einem ventralwärts offenen, stumpfen Flächenwinkel von der Basis der Schädelhöhle abgeknickt. Dem unteren Rande der Pars plana sitzt ausserdem noch eine schmale Bodenkante vorn an, auf der das hinterste Stück des Choanenblindsackes ruht, und die aussen auf die vorhin erwähnte Kieferhöhlen-Seitenwand ausläuft.

Sehr viel complicirter ist der vordere Abschnitt des Nasenskeletes, an dem durch Scheidewände, die hauptsächlich von vorn her vorspringen, ein Cavum superius, inferius und medium gebildet werden (Fig. 31. Cav. sup., inf., med.). Zur Orientirung sei zunächst bemerkt, dass medial das Cav. sup. und inf. unmittelbar über einander liegen, während sie lateral durch das Cavum medium getrennt sind.

Eine Thatsache, die für dieses Stadium charakteristisch ist, ist die ausserordentliche Kürze der ganzen Region in sagittaler Richtung, ein Umstand, der offenbar damit zusammenhängt, dass noch nicht lange die Resorption der vorderen Trabekelhorn-Abschnitte mit den Oberlippenknorpeln erfolgt ist, die bis dahin die Entfaltung der Nasenhöhlen hinderten. —

Der Betrachtung des Inneren soll zunächst die der äusseren Configuration vorausgehen, wobei ich, da gerade dieser vordere Abschnitt sehr eingehend von BORN behandelt worden ist, und die Ergebnisse BORN's eine allgemeine Verbreitung gefunden haben, eine zu detaillirte Schilderung umgehen kann.

Die sehr stark nach vorn abfallende Decke des vorderen Abschnittes geht unmittelbar in die auf den ersten Blick sehr complicirt erscheinende Vorderwand über. Entfernt man hier jedoch (dies ist auf der rechten Seite der Fig. 32 geschehen) die beiden nach vorn vorspringenden Knorpel: die Cartilago praenasalis sup. und inf. (BORN'schen und WIEDERSHEIM'schen Knorpel), so vereinfacht sich das Bild erheblich.[1])

[1]) Die gewählten Bezeichnungen „Cart. praenasalis sup.“ und „inf.“ erscheinen mir am brauchbarsten. Die Cart. praenasal. sup. ist von Born zuerst beschrieben; sie dürfte, zusammen mit dem Nasenflügelknorpel, von dem sie entspringt, jener „pisiform cartilage“ sein, „serving as a cushion, on which the premaxillary rests“, den PARKER (33 p. 604) als ersten Oberlippenknorpel bezeichnet. Mit diesem hat sie aber nichts zu thun. Die Cart. praenasal. inf. ist von WIEDERSHEIM (57 p. 23) genauer beschrieben; PARKER sieht in ihr (33 p. 604) das Cornu trabeculae (vgl. auch Pl. 54 Fig. 1, 2, sowie 3, 4, 5 von Bufo). Wie ich PARKER's Schilderung entnehme, hat HUXLEY den Fortsatz als „rhinal“ oder „prorhinal process“ bezeichnet, und diesen Namen führt er auch in Fig. 40 der „Morphology of the Skull“. Da „prorhinal“ keine richtige, „prorhinisch“ keine sehr schöne Bildung ist, so wählte ich die lateinische Bezeichnung „praenasal“.

Man unterscheidet dann leicht einen oberen und einen unteren Abschnitt der Vorderwand, von denen der obere, auf die Raumeintheilung im Inneren bezogen, die Vorderwand für das Cavum superius, der untere die für das Cavum inf. und med. bildet.

Der obere Abschnitt ist medial solide und geht lateral in den sogenannten „Nasenflügelknorpel“ (C. al.) über, der ungefähr kreisrund, dabei von hinten her leicht gehöhlt, die Apertura externa narium vorn und mit seinem nach hinten gekrümmten Aussenrande auch seitlich begrenzt. Sein oberer Rand ist nur durch eine schmale Spalte von der Wurzel und dem Anfangstheil der später zu beschreibenden Cartilago obliqua (C. obl.) getrennt. Von der Vorderfläche des Nasenflügelknorpels erstreckt sich die Cart. praenasalis sup. nach innen und abwärts, aber nur wenig nach vorn vorspringend. Ihre Beziehungen zum Zwischenkiefer und der Cart. praenasalis inf. sind von BORN ausführlich geschildert.

Der untere Abschnitt der Vorderwand ist im Gegensatz zu dem oberen lateral vollständiger als medial. Medial erhält das Cavum inferius nur eine sehr unvollkommene vordere Begrenzung, da sich neben dem Septum (S.), das mit unterem abgerundetem, freiem Rande vorragt, in der Vorderwand eine grosse, noch in den Boden der Nasenhöhle einschneidende Lücke, die „naso-basale Fontanelle“ PARKER's (Fen. n.-b.) findet, durch die einerseits der R. septi narium des Trigeminus die Nasenhöhle verlässt, andererseits Schläuche der Glandula intermaxillaris in das untere Cavum eindringen (cf. auch Fig. 26). Lateral dagegen ist der untere Abschnitt der Vorderwand solide und bildet eine frontale, ungefähr rechteckige Platte, die das Cavum inferius und medium vorn begrenzt. Ihr oberer Rand ist nur durch eine Spalte vom Unterrande des Nasenflügelknorpels getrennt, ihr unterer Rand geht abgerundet in den Boden über.

Die Cartilagines praenasales inferiores (C. prn. inf.), die bei der Ansicht von vorne noch in die Augen fallen, wurzeln am Boden der Nasenkapsel, etwas caudalwärts von der Vorderwand, erstrecken sich aber, nach abwärts geneigt, sehr weit über die Vorderwand hinaus nach vorn, durch das Cavum praenasale mit der Gland. intermaxillaris hindurch bis zum Zwischenkiefer, „welchen sie wie zwei Strebepfeiler vom Schädel abheben“ (WIEDERSHEIM 57, cf. auch ebenda Fig. 16).

Der Boden des vorderen Nasenhöhlen-Abschnittes ist die directe, nur beträchtlich verbreiterte Fortsetzung von dem des hinteren Abschnittes, er geht nach vorne zu lateral in die Vorderwand des Cavum inf. und med. über, medial ist seine Ausdehnung durch die „naso-basale Fontanelle“ beschränkt (Fig. 26).

Was die Seitenbegrenzung im vorderen Abschnitte angeht, so besitzen das untere und mittlere Cavum eine gemeinsame Seitenwand, die der gemeinsamen Vorderwand unter stumpfem Winkel ansitzt und unten mit dem Boden der Nasenkapsel zusammenstösst. Sie setzt sich

mit ihrem oberen, für den mittleren Raum bestimmten Abschnitt etwas weiter nach hinten fort als mit dem unteren, und deckt dort mit ihrem hinteren Abschnitt den Thränennasengang von aussen. Dieser Theil ist manchmal als besonderer hakenförmig gekrümmter Knorpel von der Seitenwand des mittleren Cavum abgetrennt (Fig. 31, 32*).

Das obere Cavum besitzt eine sehr unvollständige Seitenbegrenzung. Sie wird hergestellt durch eine schmale Knorpelspange, „Cartilago obliqua" (C. obl.; in den Figuren bei BORN mit sch bezeichnet), die aus dem vorderen Theile der Decke entspringt, schräg nach hinten absteigt und mit einer sagittal gestellten dreieckigen Platte, „Planum terminale" (Pl. term.; p bei BORN), endet. Die vordere untere Ecke dieses Planum verbindet sich mit dem Boden des mittleren Cavum, sein ventraler und postero-dorsaler Rand sind frei (vgl. Fig. 41, von einem etwas älteren Stadium).

Es bleiben nun nur noch die inneren Verhältnisse des vorderen Nasenhöhlen-Abschnittes zu betrachten (Fig. 31). Die Anordnung der drei Räume ist derart, dass das Cavum inferius die ganze Breite des vorderen Abschnittes dicht über dem Boden einnimmt, medial das Cavum superius unmittelbar über ihm liegt, während lateral sich zwischen beide noch das Cavum medium einschiebt. Cavum superius und inferius werden durch eine quere „Crista intermedia" (Cr. i. m.) von einander getrennt; diese spaltet sich in ihrem lateralen Abschnitte in zwei Lamellen, von denen die untere (Lamina inf.) die Decke über dem äusseren Abschnitt des Cavum inf., die obere (Lamina sup.) den Boden für den lateralen Theil des Cavum sup. bildet. Beide Lamellen fassen zwischen sich das Cavum medium. (Im Interesse der Uebersichtlichkeit sind die Laminae auf Fig. 31 nicht bezeichnet.)

Das Septum (S.), das die Räume beider Seiten von einander trennt, ist nur in seinem unteren Abschnitte, der zwischen beiden Cava inferiora liegt, eine schmale Knorpelplatte; oben, zwischen beiden Cava superiora, verbreitert es sich zur Verbindung mit der Decke sehr bedeutend, so dass diese beiden Cava weiter von der Mittellinie abgedrängt werden. Von dem so an der Decke neben dem Septum entstehenden Wulste nimmt die schräg nach unten aussen verlaufende Crista intermedia ihren Ursprung, zugleich vorn mit der Vorderwand der Nasenkapsel über der naso-basalen Fontanelle verbunden. In sagittaler Richtung ist sie nur wenig ausgedehnt.

Die untere der Lamellen, in die sie sich spaltet, sitzt dem lateralen Theile des unteren Abschnittes der gesammten Vorderwand an und schafft dadurch hier zwei Etagen, eine untere für den unteren und eine obere für den seitlichen Blindsack. Von oben bedeckt ist der letztere durch die Lamina superior der Crista intermedia, die aber im Gegensatz zu der Lam. inf. nicht mit der Vorderwand verwachsen ist, sondern ein vorn, hinten und aussen freies Knorpelblatt darstellt (Fig. 31 links, Fig. 32

rechts). Das Cavum inferius ist transversal sehr bedeutend, und zwar noch über das Cavum sup. hinaus, ausgedehnt, in dorso-ventraler Richtung dagegen flach; das Cavum sup. ist in allen Richtungen ziemlich gleichmässig entwickelt, daher mehr rund. Dicht neben dem Ursprung der Crista intermedia liegt in der Decke des oberen Cavum ein kleines Foramen für einen Frontalast des N. trigeminus (manchmal davor noch ein zweites).

Bis zu der Scheidewand zwischen Cavum inferius und medium (Lamina inf. Cr. intm.) herab reicht die in der Seitenbegrenzung des oberen Cavum herabsteigende Cartilago obliqua und verbindet sich durch die untere vordere Ecke ihres Planum terminale mit dem hinteren Rande der Lamina inf. Der Vorderrand des Planum, der an der Befestigungs-Stelle etwas verbreitert ist, bildet eine Art von hinterer Begrenzung des Cavum medium, über die hinaus caudalwärts der Boden des Cavum sich in einen kleinen Fortsatz verlängert. Dieser legt sich über die enge Verbindungs-Spalte des oberen Nasensack-Raumes mit der Kieferhöhle. Da das Cavum inferius und medium lateral weiter ausgedehnt sind als das Cavum superius, so trifft die Cartilago obliqua nicht mit der Seitenbegrenzung des Cavum medium zusammen, sondern bleibt mehr medial, und es wird so ein lateraler Abschnitt der Lamina inferior begrenzt, in dem der Thränennasengang mit seinem Anfangstheile liegt (Fig. 31). Es wurde schon oben bemerkt, dass die seitliche Begrenzung dieses Abschnittes manchmal von der übrigen Seitenwand als besondere hakenförmige Partie abgetrennt ist (Fig. 31, 32*).

Quadratum, Meckel'scher Knorpel, Unterlippen-Knorpel.

Das **Quadratum** lässt nicht nur eine ganze Reihe von bereits vollendeten Umänderungen erkennen, sondern zeigt auch zahlreiche Spuren von noch im Gange befindlichen Zerstörungs- und Umbildungsprocessen. Der Vorgang, durch den diese alle bedingt sind, die Stellungs-Aenderung, das Zurückweichen des Quadratum, ist freilich erst so weit gediehen, dass das Quadrato-Mandibular-Gelenk ungefähr in gleicher Frontalebene mit der Ethmoidal-Platte, die Hyoid-Verbindung in einer solchen mit dem For. opticum sich befindet. Dadurch ist jedoch der Parallelismus zwischen der Längsaxe des Quadratums und des Schädels nicht aufgehoben, das vordere Ende jenes erscheint nur etwas mehr nach abwärts geneigt, so dass das Kiefergelenk beträchtlich unter dem Niveau der Schädelbasis liegt. Als Vorbedingungen, durch die dieses Zurückweichen erst ermöglicht wurde, wird leicht das Fehlen der **Commissura quadrato-cranialis ant.**, sowie des **Processus ascendens** erkannt, als offenbare Folge gewisse Verhältnisse am hinteren Quadrat-Abschnitt dicht vor dem Processus oticus, der jetzt dem vorderen Ende

einer an der Ohrkapsel entstandenen Crista parotica (Fig. 25—27, Cr. p. ot.) ansitzt. Dieser Anfangstheil des Quadrat-Körpers vor dem Ohrfortsatz weist nämlich deutliche Zeichen einer rein mechanisch bewirkten Faltung auf. Die Seitenansicht des Modells (Fig. 27) zeigt bei a die Stelle, von der aus sich der Proc. ascendens fortsetzte, und die schon vorher als Wurzel des Proc. asc. nach vorn umgebogen war. Unter diesem Abschnitte ist die Platte des Quadratum von hinten unten her einmal eingefaltet; es liegt also das oberste „Faltenblatt“ (b) dicht unter jener „Wurzel“ des Proc. ascendens und biegt in nasalwärts convexer Krümmung in das untere Blatt (c) um, das seinerseits erst nach hinten absteigt, um dann in die nach vorn ziehende breite Quadratplatte überzugehen. — Auf Frontalschnitten, die durch diese Gegend gelegt sind (Fig. 33), findet man natürlich nur die übereinander liegenden Querschnitte der einzelnen übereinander geschobenen Faltenblätter, deren Zusammenhang ohne die plastische Reconstruction ganz unverständlich wäre. (Der Schnitt Fig. 33 entspricht ungefähr der in Fig. 27 angegebenen Linie. Der grosse kreisrunde, mit Q bezeichnete Querschnitt ist die ungefähr frontale Uebergangsplatte des Faltenblattes c in die Pars metapterygoidea des Quadratums.) Dass diese Faltenblätter nicht aus intactem Hyalin-Knorpel bestehen können, liegt wohl auf der Hand, und thatsächlich zeigen sie alle mehr oder minder fortgeschrittene Zerstörungserscheinungen (cf. Fig. 33). Am weitesten sind diese in den obersten Partien fortgeschritten, weniger nach dem Uebergang in den intacten Quadrat-Körper hin. Das Gewebe, das die Faltenblätter bildet, ist also ein Zerfall-Gewebe, in dem nur stellenweise noch vereinzelte Knorpelzellen angetroffen werden; — trotzdem habe ich auch diese ganz zerstörten Partieen, an denen nur noch das Perichondrium die ursprünglichen Formen-Grenzen erkennen lässt, zur Darstellung gebracht, um den Mechanismus der Stellungsänderung anschaulicher zu machen.

Der Proc. muscularis (Fig. 25 u. 27. Pr. m.) ist bedeutend reducirt und stellt nur einen niedrigen Kamm dar, der dem Aussenrande des Quadratums ansitzt. Auf seiner äusseren Fläche hat die Bildung eines Deckknochens, des Tympanicum, begonnen. Nur eine Verbindung hat das Quadratum jetzt als neu erlangt: die des Proc. pterygoideus mit dem Proc. maxillaris post. der Nasenkapsel. Der vorher sehr kurze Proc. quadrato-ethmoidalis hat seine Verbindung mit dem Trabekel verloren, der vordere Theil des ursprünglichen Lig. quadrato-ethmoidale, der ihn mit jenem verband, ist als gesonderter festerer Bindegewebsstrang nicht mehr nachweisbar. Statt dessen hat das vordere dadurch frei gewordene Ende des Proc. quadrato-ethmoidalis eine neue Verbindung mit dem Proc. maxillaris post. der Nasenkapsel erlangt, der sich an seine Aussenseite angelegt hat (Fig. 25 u. 26). Von der ursprünglich vorhanden gewesenen, jetzt zum grössten Theil zerstörten Commissura quadrato-cranialis anterior ist in der rückwärtigen

Verlängerung dieses Proc. quadrato-ethmoidalis eine Knorpelpartie stehen geblieben, die jetzt den Proc. quadrato-ethmoidalis direct mit dem medialen Rande des Quadratums verbindet. Es hat sich somit aus einem Theil der ursprünglichen Commissura quadrato-cranialis anterior, sowie dem Proc. quadrato-ethmoidalis ein neuer einheitlicher Fortsatz, der bleibende Processus pterygoideus, gebildet, der an seinem Vorder-Ende mit dem hinteren Oberkieferfortsatz der Nasenkapsel verbunden ist. Diese Verbindung ist jedoch noch keine ganz continuirlich knorpelige, sondern wird durch ein prochondrales Gewebe vermittelt, das ein noch weiteres Zurückweichen des Quadratums leicht ermöglicht.

Der MECKEL'sche Knorpel hat seine Gestalt und Lage erheblich geändert. Seine S-förmige Krümmung ist verschwunden und der Knorpel ist ein langgestreckter drehrunder dicker Stab, der fast rein in der Sagittalen unter geringer Convergenz mit dem andersseitigen verläuft. Das hintere Ende trägt eine im wesentlichen transversal convexe Gelenkfläche für die Verbindung mit dem Quadratum. Vor dieser Gelenkfläche schwillt der Knorpel vorübergehend etwas an: so entsteht ein niedriges Tuberculum praeglenoidale. (Vergl. Fig. 41 des nächsten Stadiums Tub. prgl.). Da die beiderseitigen MECKEL'schen Knorpel nach vorn hin nur sehr wenig convergiren, bleibt zwischen ihren vorderen Enden ein weiter Abstand. Die Verbindung wird hergestellt durch die beiden Unterlippenknorpel, die ebenfalls ihre Form sehr erheblich verändert haben. Sie stellen etwas von hinten nach vorn abgeflachte schmale Knorpelstücke dar, die durchaus transversal mit ganz schwacher nach abwärts convexer Krümmung verlaufen. Von den Meckel'schen Knorpeln sind sie durch die verschiedene Verlaufsrichtung deutlich abgesetzt, im übrigen jedoch knorpelig mit ihnen verschmolzen (cf. Fig. 41). Unter einander werden sie nach wie vor durch eine unpaare dünne Knorpelplatte vereinigt.

Die Stellung des Quadratums bringt es mit sich, dass bei geschlossenem Maule die MECKEL'schen Knorpel einen nach vorn beträchtlich aufsteigenden Verlauf nehmen.

Nerven.

I. N. olfactorius.

Er verlässt jetzt den Schädelraum durch ein Foramen in der den vorderen Schädelabschluss bildenden „Ethmoidalplatte“. Das Foramen liegt hart neben der Stelle, wo die Schädelseitenwand an die Ethmoidalplatte anstösst und leitet den Nerven nach vorn und lateralwärts (Fig. 30. F. olf.).

II. N. opticus.

In der continuirlich knorpeligen Schädelseitenwand findet sich jetzt für den Opticus ein sehr grosses Foramen, in kurzem Abstande vor dem For. oculomotorii und in gleichem Niveau mit diesem. Es ist nur zum geringen Theile vom Opticus eingenommen, zum grösseren häutig geschlossen (Fig. 25, 26. F. opt.).

III. N. oculomotorius.

Tritt durch das sehr grosse Foramen (Fig. 25. F. ocl.), das entstanden ist durch Verschmelzung des primären For. oculomotorii mit dem primären For. caroticum. Der Nerv passirt die oberste Hälfte dieses Foramen; der Abschnitt des Trabekels, der früher beide Foramina trennte, ist zerstört.

IV. N. trochlearis.

Besitzt ebenfalls jetzt sein eignes Foramen in der knorpeligen Schädelseitenwand oberhalb des For. opticum.

VI. N. abducens.

Zu erwähnen wäre höchstens, dass der Proc. ascendens quadrati, unter dem er vorher mit dem R. orbito-nasalis verlief, jetzt zerstört ist. (In Fig. 26 ist der intracraniale Verlauf des Nerven bis zum Eintritt in das Trigemino-Facialis-Ganglion dargestellt).

V u. VII. Trigeminus und Facialis.

Die Wurzelverhältnisse des Facialis und der Radix accessoria sind jetzt, wie beim Acusticus bemerkt ist, etwas klarer geworden. Das gemeinsame Ganglion ist völlig von der Ohrkapsel überwölbt, das For trigemini ist allseitig knorpelig geschlossen (p. 325).

Die Aeste zeigen noch im wesentlichen das gleiche Verhalten, doch sind schon einige Aenderungen zu constatiren, die hauptsächlich mit der veränderten Stellung des Quadratums zusammenhängen. Die beiden Aeste des Nebenganglions sind zwar noch für sich unterscheidbar, treten aber, in Folge der Ueberwachsung des Ganglions durch die Ohrkapsel, in innigere Berührung mit subcutanen Aesten des Hauptganglions. Verfolgt habe ich den Nerven nicht. (Fig. 25. Die subcutanen Aeste des Hauptganglions sind weggelassen.)

V. 1. Der R. orbito-nasalis verläuft, da der vorher ihn deckende Proc. ascendens quadrati verschwunden ist, jetzt in ganzer Länge frei

durch die Orbita an der knorpeligen Schädelseitenwand, um vorn in die Nasenhöhle einzutreten. Dies geschieht durch ein Foramen der Pars plana, nahe dem oberen Rande derselben und dicht neben der Schädelseitenwand. Das letzte Stück des Nerven in der Orbita wird, caudal von der Pars plana, schon von einer schmalen, der Schädelwand ansitzenden Leiste bedeckt. (Fig. 24, 25).

Die beiden Aeste des N.: R. septi narium und R. externus narium treten oft schon durch zwei getrennte Foramina in die Schädelhöhle, dann kommt zu jenem erst geschilderten Foramen noch ein zweites etwas mehr lateral gelegenes. In der Nasenhöhle verläuft der R. septi narium über dem Olfactorius und in der Nähe des Septum nach vorne, oberhalb der Glandula nasalis inf., die er versorgt (Fig. 23) und dringt dann durch die „naso-basale Fontanelle“ in den Pränasalraum zwischen die Schläuche der Gl. intermaxillaris und zur Haut der Schnauze. Der Nerv gelangt also aus dem hinteren einfachen Theile der Nasenhöhle längs des Septum in das Cavum inf. und giebt nur caudalwärts von der Crista intermedia einen Ramus ab, der lateralwärts in das Cavum sup. dringt und durch 1—2 Foramina in der Decke desselben zur Haut durchbricht (Rr. frontales.).

Der R. externus narium betritt die Nasenhöhle entweder schon durch ein besonderes Foramen oder zweigt sich erst im hintersten Abschnitte der Nasenhöhle vom R. septi ab. Er läuft dorsal von den Aesten des Olfactorius lateralwärts über den oberen Umfang des hinteren häutigen Nasenraumes und gelangt hinter der Cart. obliqua, nahe deren unterem Ende nach aussen, wo er sich in der Gl. nasalis sup. und der Haut vertheilt.

V, 2 u. 3. Der R. maxillaris läuft, dem unteren Umfange der Ohrkapsel eng angeschmiegt, nach aussen, wenige Ganglienzellen eine Strecke weit mit sich führend. In den späteren Stadien der Metamorphose kann man die Herstellung des definitiven Verhaltens zu den Muskeln beobachten. Der M. „pterygoideus“ erlangt nämlich, nach Zerstörung des Proc. ascendens, seines ursprünglichen Ursprungsortes, eine neue Befestigung an dem vor der Ohrkapsel befindlichen Stück Schädelseitenwand, das später als ein Theil des „Prooticum“ verknöchert. Auf diese Weise kommt es, dass der N. maxillaris nach dieser Verlagerung des Muskelursprungs hinter dem Muskel verläuft, und jenen Muskel umgreift, um lateral von ihm weiter nach vorn zu verlaufen. Während der Metamorphose lässt sich dieser Vorgang in allen Stadien verfolgen.

Die Stellungsänderung des Quadratums, zu der noch die starke Entwicklung des Bulbus und seiner Muskeln kommt, ist dann auch als das beeinflussende Moment bei den übrigen Veränderungen, die der Verlauf des N. maxillaris zeigt, namhaft zu machen.

Die Theilung des R. maxillaris erfolgt schon weiter hinten am Boden

der Orbita als vorher, entsprechend dem hinteren Theile des Proc. muscularis, und die beiden Aeste divergiren sofort sehr bedeutend.

Der R. maxillaris sup. verläuft dorsal von der Fascie der Kaumuskeln unterhalb des äusseren Umfanges des Bulbus (also weiter lateralwärts als vorher) nach vorn. Die Theilung in seine beiden Haupt-Endäste, die vorher noch vor dem Augapfel stattfand, findet man jetzt im vorderen Abschnitte der Orbita. Der mediale Theilast läuft als R. communicans c. n. palatino dorsal vom Proc. pterygoideus quadrati hinter der Choane nach innen, der laterale verfolgt seinen Weg noch eine Strecke weiter nach vorn. Er ist ganz Hautnerv.

Der R. maxillaris inf. dringt schon im hinteren Abschnitte der Orbita durch die Fascie der Kaumuskeln und läuft lateral vom M. „temporalis" zwischen diesem und dem Proc. muscularis quadrati eine Strecke weit nach vorn. Sein Verlauf zum MECKEL'schen Knorpel ist im Wesen derselbe wie früher, nur ist es erklärlich, dass der Nerv jetzt, bei der mehr sagittalen Stellung des Knorpels mehr an dessen äusserem als vorderem Umfange herab verläuft. Der früher vordere Umfang des transversal gestellten Knorpels ist eben an dem sagittal gestellten zu einem äusseren geworden. Bei seinem Absteigen zu dem MECKEL'schen Knorpel durchsetzt der Nerv die beiden Portionen des M. „masseter", die jetzt sehr viel kräftiger sind als vorher und auch einen Theil ihrer Ursprünge vom Os tympanicum beziehen, das aussen an dem in Zerstörung begriffenen Proc. muscularis aufgetreten ist. Am vorderen äusseren Umfange des MECKEL'schen Knorpels giebt der N. zunächst einen R. recurrens ab, der ventral vom Angulare nach innen und etwas nach hinten zur Schleimhaut des Mundhöhlenbodens verläuft; der Stamm selbst folgt ventral vom Angulare dem MECKEL'schen Knorpel und biegt erst mit dem Unterlippenknorpel mehr medialwärts, um zu den Muskeln, der Haut und Schleimhaut des Mundhöhlenbodens zu gelangen.

Von den eigentlichen Facialis-Aesten des Trigemino-Facialis-Ganglions hat der N. palatinus durch die Metamorphose kaum eine bedeutende Aenderung seines Verlaufes erfahren. Ich kann an guten Präparaten zwei Wurzeln erkennen, die die A. palat. zwischen sich fassen. Der ziemlich kräftige Nerv läuft dicht über der Schleimhaut des Mundhöhlendaches nach vorn, ungefähr entsprechend dem äusseren Rande der Schädelbasis. Vorn geht die directe Fortsetzung des Stammes dorsal von den Schläuchen der Rachendrüse, die Fasern erhalten, medial an der Choane vorbei zum vordersten Abschnitt der Gaumenschleimhaut und der Intermaxillardrüse.

Eine bedeutendere Veränderung hat naturgemäss der R. hyomandibularis erlitten (Fig. 26). Schon sein Verlauf gleich nach dem Austritt aus dem Ganglion ist nicht mehr nach aussen und vorn, sondern etwas im Bogen unter der V. jugularis int. nach rückwärts ge-

richtet. Unter dem vordersten Ende des Proc. oticus verschmilzt der Nerv mit dem R. communicans des N. IX — dies findet zugleich statt am medialen oberen Umfange der Thymus und dorsal von dem Lig. suspensorio-columellare. Der aus der Vereinigung hervorgehende Nerv wendet sich, zunächt dem vorderen Theile der Thymus medial anliegend, nach aussen abwärts und überschreitet das Lig. suspensorio-columellare, um dann ventral vom Quadratum, aber in grösserer Entfernung von diesem, nach vorn zu verlaufen, lateral gedeckt von den Ursprüngen des M. depressor hyoidis. Medial von dem N. liegt die Tuba Eustachii.

Entsprechend der Lage der Quadrato-Hyoid-Verbindung erfolgt die Theilung des Nerven sehr viel weiter hinten, als vorher. Von den einzelnen Aesten ist nur wenig zu bemerken.

Dass der Verlauf des R. hyoideus nicht mehr so lang ist, wie früher, erhellt aus der Lage seines Ursprungs. Doch aber ist der Verlauf des R. noch ein caudalwärts gerichteter.

Als charakteristisch für den R. auricularis fällt jetzt auf, dass er sich mit einem vorderen Aste ventral von der inzwischen deutlich gewordenen Anlage des Annulus tympanicus subcutan vertheilt.

Der R. mandibularis wendet sich vor dem medialen Kopfe des Depressor mandibulae, der noch gut erhalten ist, hinter dem Kiefergelenk nach innen und läuft an der medialen Seite dieses Gelenkes, weiterhin an der des Angulare, ventral vom Ursprunge des M. mylo-hyoideus, nach vorn. Er giebt Schleimhautzweige ab, die den letztgenannten Muskel durchbohren.

Eine Anastomose mit dem Trigeminus ist nicht zu constatiren.

VIII. Acusticus.

Die Vertheilung der ganzen Wurzelmasse in einen medio-ventralen Antheil, der nach vorn umbiegt und die Radix accessoria sowie den N. facialis bildet, und einen dorsalen Antheil, der über den Facialis hinüber direct nach aussen verläuft, ist jetzt ziemlich deutlich erkennbar. N. cochlearis und vestibularis treten durch gesonderte Foramina in die Ohrkapsel.

IX u. X. Glossopharyngeus-Vagus-Gruppe.

Die vier Wurzelbündel sind gut unterscheidbar, dagegen ist das oben erwähnte „Neben-Ganglion“ nicht mehr von der übrigen Ganglienmasse zu trennen. Die Aeste verhalten sich etwas anders als vorher. Der Glossopharyngeus ist mit dem Vagus, der, wie vorher erwähnt, zahlreiche Ganglienzellen mit sich nimmt, eng verbunden und bildet mit ihm zusammen einen aus Ganglienzellen und Nervenfasern gemischten Zug, der dem unteren äusseren Umfange der Ohrkapsel eng angeschmiegt nach vorn verläuft. Hier zieht er bis an die Aussenfläche des „Operculum“,

wo er vom „M. opercularis“, der oben Erwähnung fand, bedeckt ist und, da hier auch der Glossopharyngeus wieder Ganglienzellen in sich aufgenommen hat („zweites Glossopharyngeus-Ganglion“ siehe p. 302), lediglich aus solchen besteht. Eine Trennung des Vagus- und Glossopharyngeus-Antheiles gelingt mir auf dem Querschnitte nicht. Vor dem Vorderrand des M. opercularis entspringen aus dem Ganglion sowohl die Haupt-Vagus- wie die Glossopharyngeus-Aeste.

Der Grund dafür, dass jetzt beide Nerven so eng mit einander vereint sind, und dass auch der Vagus sich erst so weit vorn in seine Endäste auflöst, scheint mir in der Entwicklung der von der Ohrkapsel-Basis zur Scapula ziehenden Musculatur zu liegen, doch habe ich dies bisher nicht näher verfolgt. Die Aeste des Glossopharyngeus entspringen aus dem mehr medialen Antheil des vereinigten Glossopharyngeus-Vagus-Ganglions, und zwar aus dem vordersten Theile desselben, der aber noch im Bereich des Operculum, an der Aussenfläche desselben, liegt. Den R. lingualis, der am lateralen Umfang der Thymus nach vorn zieht, habe ich, ebenso wie einige andere kleinere Aeste, nicht weiter verfolgt; der R. communicans c. n. faciali (Fig. 26) verläuft, medial von der Vena jugularis int., oberhalb der Thymus und lateral vom Operculum und weiterhin von der Columella nach vorn. Dann wendet er sich etwas nach innen und liegt direct über der Columella und dem sie fortsetzenden Lig. suspensorio-columellare. Beide Gebilde, der Nerv und das Ligament, liegen so über einander am medialen Thymus-Umfang. In kurzer Entfernung von dem hinteren Umfange des Quadratum verbindet sich der R. hyomandibularis des Facialis mit dem R. communicans, direct über dem Ligament und dicht unter dem Proc. oticus quadrati. Der Verlauf der aus der Vereinigung hervorgehenden Nerven ist oben geschildert.

Viertes Stadium.

Junger Frosch von ca. 2 cm Länge.

Fig. 41—45.

Als Paradigma für die Verhältnisse des Primordial-Craniums geraume Zeit nach der Metamorphose wähle ich das eines ca. 2 cm langen Frosches. Die Schilderung wird hier an vielen Stellen, die sich kaum verändert haben, sehr rasch vorgehen können; an anderen dagegen, wie am Suspensorial-Apparat, um so langsamer.

Das Primordial-Cranium besteht noch in sehr grosser Ausdehnung, die Verknöcherung ist eben erst im Beginn. Somit repräsentirt das

Stadium noch nicht den ausgebildeten erwachsenen Zustand des Schädels; da es mir jedoch zunächst nur auf das Knorpel-Cranium ankam, so schliesse ich mit diesem Stadium, in dem letzteres seine höchste Vollendung erreicht hat, ab. Die Zerlegung des Chondrocranium in einzelne knöcherne Territorien ist ein Vorgang, dessen genauere Darstellung einer späteren Untersuchung vorbehalten bleibt.

Basalplatte und Occipital-Region.

Ein continuirlicher knorpeliger Boden erstreckt sich jetzt durch die ganze Länge des Schädels hindurch und lässt eine Erkennung seiner Zusammensetzung nicht mehr zu.

Was die Schädel-Chorda betrifft, so kann man drei Abschnitte derselben unterscheiden. Eine lange Strecke weit findet man an der Stelle, wo sie früher lag, einen soliden Knorpelstab, der somit als integrirender Bestandtheil in die Zusammensetzung der Basalplatte aufgenommen ist. Der Bezirk, in dem dies der Fall ist, reicht ungefähr von der Gegend der vorderen Hälfte des Foramen jugulare bis zur Mitte des Foramen acusticum, das hier, als Ausnahme von der Regel, einfach ist. Davor ist die frühere Lage der Chorda noch durch eine schmale Spalte, schliesslich nur noch durch eine dunkle Trennungslinie zwischen beiden Basalplatten-Hälften angedeutet und bis vor den vorderen Umfang des For. acusticum verfolgbar. Das hinterste Stück der Schädel-Basis, ungefähr vom vorderen Theile des Foramen jugulare an, lässt irgend welche Spur der Chorda in sich nicht mehr erkennen; die Platte ist hier zudem dünner und zeigt ventral eine mediane Depression. In dieser rinnenförmigen Einsenkung erkennt man, wenn auch undeutlich, umgeben von faserigem Gewebe, die geschrumpfte und fast ganz rückgebildete Chorda. Dieselbe ist also hier aus der Basalplatte heraus ventralwärts verdrängt und über ihr sind die beiden Hälften der Platte zur Vereinigung gekommen. Das Genauere siehe in Theil II.

Die Hinterränder der beiden Basalplatten-Hälften divergiren wie vorher; die Gelenkhöcker springen bedeutend stärker nach hinten vor.

In der Umgebung der im hinteren Schädelabschnitte gelegenen Foramina machen sich jetzt die ersten Verknöcherungen des „Occipitale laterale" bemerkbar; die Verknöcherungszone umgiebt das einfache Foramen jugulare, das For. perilymphaticum sup. und inf., und reicht bis an den hinteren Umfang des For. acusticum. Es ist das eine schon länger bekannte Thatsache, dass ein Ausgangspunkt für die Verknöcherung des Knorpels die Nerven- und sonstigen Foramina sind. Als ferneres Princip zeigt sich auch hier, dass die Verknöcherung durchaus ohne Respectirung der in den Anlagen des Knorpelschädels gegebenen Grenzen (Basalplatte, Ohrkapsel, Occipitalbogen) auftritt, somit die Zerfällung des

Chondrocraniums in einzelne knöcherne Territorien ein durchaus nach eigenen Gesetzen sich abspielender Vorgang ist.

Labyrinth-Region.

Ein Blick auf die Fig. 41 ergiebt sofort die Thatsache, dass die Ohrkapsel mit dem Wachsthum des Gesammt-Schädels nicht gleichen Schritt gehalten hat, vielmehr gegen den davor gelegenen Abschnitt mehr zurücktritt.

Dies ergiebt sich genauer aus den Maassen:

Modell Stad. III (50 × vergr.):	Gesammtlänge	ca. 24	cm
	Ohrkapsel	ca. 9,5	„
Modell Stad. IV (25 × vergr.):	Gesammtlänge	ca. 18	„
	Ohrkapsel	ca. 5,5	„

Also: Gesammtcranium: Ohrkapsel im ersten Falle = 24 : 9,5, im zweiten = 36 : 11, — eine Zunahme der Gesammtlänge um $^1/_2$ der ursprünglichen Länge bei fast gleichgebliebener Ohrkapsel. Dass hierbei der Hauptbestandtheil der Gesammtlängen-Zunahme auf Kosten der Nasenhöhle kommt, ergiebt sich aus den weiteren Zahlen:

	Nasenhöhle (bis zur Ethmoidalplatte):
Modell Stad. III	4,1
Modell Stad. IV	(5,2) 10,4

	Länge bis zur vorderen Ohrkapsel-Grenze:
Modell Stad. III	15,5
Modell Stad. IV	(13) 26

d. h. während die Labyrinthregion ziemlich ihre frühere Länge beibehalten hat, ist der davor gelegene Schädelabschnitt bedeutend gewachsen, dabei aber die Ethmoidalregion noch bedeutender als die Orbitalregion.

Die Form der Ohrkapsel zeigt neu hinzugekommene Besonderheiten nur in beschränktem Maasse.

Zunächst sei erwähnt, dass sich die schon während der Metamorphose aufgetretene Crista parotica sehr bedeutend weiter entwickelt hat (Fig. 41, 42, 43, Cr. p. ot.). Sie bildet eine Art Decke über der Paukenhöhle — eine Beziehung, aus der sich die PARKER'sche Bezeichnung: „Tegmen tympani" erklärt. Bei RETZIUS führt sie mit dem durch den äusseren Bogengang erzeugten Wulst zusammen den Namen „Processus squamosus". Mit ihrem hinteren Abschnitte ist der obere Umfang des Annulus tympanicus knorpelig verbunden (derselbe ist in Fig. 41 durch die roth punktirte Linie angedeutet), vorn geht das Quadratum aus ihr hervor. Eine Trennung des Quadrat- und Ohrkapselknorpels ist nicht möglich.

Ferner sei darauf hingewiesen, dass gerade das Cranium, nach dem das Modell angefertigt wurde, ein einfaches Foramen acusticum zeigte; indessen ist dies Verhalten als Ausnahme von der Regel aufzufassen.

Wie das Occipitale laterale, so ist auch das Petrosum (Prooticum) bereits im Werden; die Verknöcherung findet sich zunächst nur am innern Umfange der vorderen Ohrkapselkuppel, also an der lateralen Begrenzung des Foramen Trigemini.

Die wichtigste Veränderung zeigt der unter der Crista parotica gelegene Abschnitt der Ohrkapsel. Fig. 41 zeigt die Verhältnisse nach Entfernung des Operculum und der Columella. Man bemerkt hier unterhalb des äussern Bogenganges an der Aussenwand der Kapsel, entsprechend der ganzen Ausdehnung des früheren Foramen ovale, eine ziemlich tiefe Grube, die als „Fovea fenestrae ovalis" bezeichnet werden mag. An ihr sind zwei Abschnitte zu unterscheiden: im Grunde des hinteren befindet sich das jetzt sehr verkleinerte Foramen ovale „definitivum", der vordere Abschnitt ist von dem Innenraum der Ohrkapsel durch eine senkrecht stehende Wand, die mit ihrem hinteren freien concaven Rande das Foramen ovale begrenzt, abgetrennt (Fig. 42, 43, 44). Ein Vergleich mit Fig. 21 lässt wohl deutlich genug erkennen, dass die ganze Fovea fenestrae ovalis die Ausdehnung des früheren Foramen ovale besitzt, und dass demnach die oben erwähnte Wand eine neu aufgetretene Bildung ist. Zugleich aber ergiebt sich das Zustandekommen der Fovea als hauptsächlich dadurch bedingt, dass der untere Rand des früheren For. ovale sehr bedeutend über die Ebene des Foramen hinaus lateralwärts und in die Höhe gewachsen ist.

Entsprechend der starken Verkleinerung des For. ovale greift jetzt das längsovale Operculum bedeutend über seinen vorderen Rand hinaus und in das Gebiet des vorderen Abschnittes der Fovea (vgl. Fig. 42 die roth punktirte Linie.) Vom Grunde der Grube ist es hier abgedrängt durch einen perilymphatischen Gang, der sich aus dem Innern der Ohrkapsel nach vorn in den vorderen Theil der Fovea fenestrae ovalis vorschiebt: den „Ductus fenestrae ovalis" Retzius (cf. Fig. 43, 44). Das Operculum selbst ist in seiner hinteren Hälfte, wo es das Foramen ovale schliesst, dicker als vorn, wo es sich an den äusseren Umfang jenes Ductus vorschiebt. An seiner hinteren verdickten Hälfte inserirt der Musculus opercularis (cf. p. 323). Der untere Rand des Operculum wird von dem untern Rand der Fovea fen. ov. aussen überragt (Fig. 44).

Sehr beträchtliche Veränderungen hat die Columella aufzuweisen. Sie stellt einen sehr langen, mehrfach geknickten Stab dar, der sich von der Ohrkapsel nach aussen bis zum Trommelfell erstreckt. Dadurch, dass sich um ihren mittleren Theil eine dünne knöcherne Rinde gebildet hat, sind schon jetzt drei Abschnitte an ihr zu unterscheiden. Der Einfachheit halber ist dies in Fig. 42 vernachlässigt, was sich um so mehr rechtfertigt, als die drei Stücke ein continuirlich zusammenhängendes

Ganzes bilden, nicht aber etwa von einander getrennt oder nur bindegewebig mit einander vereinigt sind. Es entspricht übrigens der mittelste verknöcherte Abschnitt ziemlich genau dem horizontal nach aussen ziehenden drehrunden Stabe.

Das innerste Stück, Pars interna Columellae (Interstapediale PARKER's), das schon auf dem vorigen Stadium im vorderen Abschnitte des secundären For. ovale angelegt war, hat sich jetzt zu einer ziemlich dicken und breiten Platte umgewandelt, die der Aussenwand des Ductus fenestrae ovalis vor dem Operculum anliegt. Wie vorher, so hängt es auch jetzt noch durch eine schmale Knorpelzunge, die nichts weiter ist, als die directe Fortsetzung des unteren scharfen Randes der Fovea fen. ov., mit diesem Rande zusammen (Fig. 42, 43; auf letzterer ist übrigens bereits der vordere wieder schmälere Theil der Platte, nicht ihre breiteste Stelle, getroffen. In Fig. 41 ist die Crista praeopercularis durchgeschnitten). Die Pars interna columellae verhält sich demnach zu dem vordersten Theile des Ductus fenestrae ovalis ebenso wie das Operculum für den hinteren Theil, es bildet für den vorderen Abschnitt der Fovea fen. ov. einen lateralen Abschluss, ein „Pseudoperculum“, wie das wahre Operculum für das Foramen ovale. Es ist daher auch oft genug für das wahre Operculum gehalten worden. Das Verhältniss beider zu einander ist so, dass der hintere Rand des „Pseudoperculum“ von dem vorderen des wahren Operculum aussen etwas überragt wird (Fig. 42, 44): beide sind nur durch Bindegewebe mit einander verbunden. Die Bewegungen des Trommelfelles werden demnach direct nur durch das Pseudoperculum auf den „Ductus fenestrae ovalis“ übertragen, und sich erst indirect dem wahren Operculum mittheilen. Der specielle Mechanismus bedarf noch sehr der Aufklärung.

An der Pars interna columellae befestigt ist die Pars media (Mediostapediale PARKER's), die einen horizontal nach aussen ziehenden Stab darstellt. Mit ihm ist die wieder knorpelige Pars externa (Extrastapediale) verbunden. Letztere ist nach abwärts gerichtet, keulenförmig angeschwollen und in das Trommelfell eingelassen.

In merkwürdigem Verhalten zu ihr befindet sich ein dünner knorpeliger Fortsatz, der einfach als „Processus superior columellae“ („Suprastapediale“ PARKER's) bezeichnet werden mag (Fig. 42. Col. s.). Er entspringt am medialen Umfang des oberen (Anfangs)-Stückes der Pars externa, zieht erst eine kurze Strecke weit parallel und unterhalb der Pars media (also horizontal) nach innen, um dann unter rechtwinkliger Knickung vor der Pars media in die Höhe zu steigen. Sein oberes Ende geht in die Crista parotica über, und zwar, wie später gezeigt werden soll, in den Abschnitt derselben, der genetisch schon zum Quadratum gehört. Der Fortsatz soll nach VILLY (53) zeitlebens ganz knorpelig bleiben, ich finde ihn dagegen bei einem ausgewachsenen Thiere in fibröser Verbindung mit der Crista parotica. Ebenso wird aus der

zuerst knorpeligen unteren Verbindung der Pars interna mit dem Rande der Fovea fenestrae ovalis (durch die Crista praeopercularis) später eine nur fibröse Befestigung.

Annulus tympanicus.

Mit dem hinteren Abschnitt der Crista parotica hängt jetzt der Annulus tympanicus knorpelig zusammen, der zwar eigentlich zum Quadratum gehört, doch aber wegen seiner topographischen Beziehungen zum Gehörorgan an dieser Stelle geschildert werden soll. Er stellt einen vollkommen geschlossenen knorpeligen Ring dar, bestehend aus einem Knorpelstreifen, der am unteren Umfange sehr breit ist, nach oben zu sich aber stark verschmälert. Die schmalste Stelle ist die der Befestigung an der Crista parotica, sie liegt am hinteren oberen Umfange.

Zu bemerken ist, dass das platte Knorpelband, das den Annulus bildet, nicht über die Fläche, sondern im wesentlichen über die Kante gekrümmt ist, so dass man in der That das ganze Gebilde, wie RETZIUS es thut, mehr einem sehr flachen abgestutzten Trichter vergleichen muss. In der breiten nach aussen und oben blickenden Basis ist das Trommelfell ausgespannt, durch die innere Oeffnung führt die Tuba Eustachii zur Mundhöhle und zugleich dringt die Columella hier nach aussen zum Trommelfell. Wegen der verschiedenen Breite des Knorpelbandes am oberen und unteren Umfange sind beide Kreise, der der äusseren und inneren Oeffnung, nicht concentrisch, vielmehr der innere kleinere zugleich nach oben verschoben.

Orbital-Region.

Die Orbital-Region ist fast unverändert.

Der Boden ist jetzt continuirlich knorpelig, der letzte Rest der Hypophysen-Fontanelle hat sich noch geschlossen. Ueberall besitzt der Boden eine gleiche Dicke, und geht ebenso gleichmässig in die Seitenwand über; von einer Verdickung, die die früheren Trabekel andeuten könnte, ist keine Spur zu bemerken.

Die Seitenwand (Fig. 41) reicht nach wie vor von der vorderen Ohrkapselfläche bis zum Seitenrand der Ethmoidalplatte, nur unterbrochen von einzelnen Oeffnungen, die alle in ihrem hinteren Abschnitte liegen. Unter diesen ist das For. opticum das vorderste und zugleich grösste, von unregelmässig dreieckiger Form. Ueber ihm liegt das sehr kleine For. pro n. trochleari (F. pro IV), und hinter ihm, aber mehr nach dem Boden zu, auf der linken Seite meines Exemplares ein einfaches, rundliches, nicht sehr grosses Foramen (F. ocl.), rechterseits

dagegen zwei über einander gelegene, ein grösseres unteres und ein kleineres oberes. Dieses letztere ist das For. pro n. oculomotorio, das ventrale ist das definitive Foramen caroticum. Linkerseits besteht für Nerv und Arterie nur ein einziges Foramen, wie auf dem Stadium während der Metamorphose. Die Trennung in zwei auf der rechten Seite ist also eine secundäre Erscheinung, die, nach meinen Serien zu schliessen, häufiger unterbleibt, so dass ein einfaches Foramen für den N. oculomotorius und die Art. carotis interna die Regel zu sein scheint.

Das For. trigemini (et facialis) liegt wie vorher unter der vorderen Ohrkapselkuppel, innen vorn begrenzt vom Hinterrande der orbitalen Schädelseitenwand, soweit er nicht mit der Ohrkapsel verwachsen ist (F. Trig.).

Die Deckleiste über dem N. orbito-nasalis besteht in früherer Ausdehnung.

Eine sehr interessante Veränderung ihres Verlaufes zeigt die Art. carotis. Von hinten her an der knorpeligen Schädelbasis, und medial am Trigeminus-Foramen vorbei, nach vorne ziehend, setzt sie sich unmittelbar als Art. ophthalmica fort und nur ein Ast dringt als Art. carotis cerebralis durch das For. oculomotorii resp. durch ein eigenes Foramen in die Schädelhöhle. Vorher war dagegen das Verhalten so, dass der Stamm der Arterie in die Schädelhöhle eindrang, hier die Carotis cerebralis abgab, und als Ophthalmica durch das For. oculomotorii aus der Schädelhöhle heraus in die Orbita trat. Ich komme hierauf noch zurück.

An der Decke hat sich das vollendet, was schon oben angedeutet war. Die Seitenwände sind vor der Ohrkapsel durch ein nicht sehr breites Knorpelband (Taenia tecti transversalis) dorsal mit einander verbunden. Mit dem Hinterrande dieses Deckenknorpels ist das vorderste Ende der aus der Labyrinthregion nach vorn ziehenden Taenia tecti medialis verschmolzen, und von seinem Vorderrande aus schiebt sich noch ein kurzer medialer Fortsatz nach vorn. So sind jetzt drei Fontanellen an der Decke des Primordial-Craniums begrenzt: zwei durch die mediale Deckenspange getrennte in der Labyrinthregion, „Parietal-Fontanellen", (seitliche Begrenzung: die den inneren oberen Ohrkapsel-Rändern ansitzenden Taen. tecti marginales), und eine davor gelegene, unpaare, grosse „Frontal-Fontanelle", die alle drei durch die Parieto-Frontalia geschlossen sind. Letztere liegen den etwas nach innen gebogenen oberen Rändern der Seitenwände auf. Die vordere Fontanelle reicht bis zu dem jetzt auch etwas weiter nach hinten ausgedehntem Dache über dem vordersten Theile des Grosshirns.

Ethmoidal-Region.

Da die Nasenkapsel schon auf dem vorhergehenden Stadium, gegen das Ende der Metamorphose, die definitiven Verhältnisse in allen wesentlichen Einzelheiten, nur in anderen Dimensionen, darbot, so kann ich hier von einer nochmaligen Schilderung Abstand nehmen und mich auf einige kurze Bemerkungen beschränken.

Was zunächst die Dimensionen betrifft, so zeigt schon ein flüchtiger Vergleich der Fig. 25 und 41, dass das Wachsthum der Ethmoidalregion in der Zeit zwischen beiden Stadien viel bedeutender gewesen ist, als das des übrigen Schädels. Genauer wird dies ausgedrückt durch die Zahlen: der Abstand von der Vorderwand der Nasenkapsel bis zur Ethmoidalplatte ist auf dem vorigen Stadium = 4,1 cm, bei einer Gesammtlänge von 24 cm (bei 50facher Vergrösserung); auf dem vorliegenden Stadium beträgt der gleiche Abstand 5,2 cm bei einer Gesammtlänge von 18 cm (bei 25facher Vergrösserung). Danach ergiebt sich, für gleiche Vergrösserung,

vorher das Verhältniss: Nasenkapsel: Schädellänge = 4,1 : 24,
jetzt „ „ „ „ = 10,4 : 36,

Zahlen, die eines weiteren Commentares nicht bedürfen. Bei der Ansicht von oben erscheint zudem die Ethmoidalregion noch dadurch länger, dass die Decke über dem vordersten Theile des Gehirn-Cavums sich caudalwärts etwas weiter ausgedehnt hat, und, vorn continuirlich in das Nasenhöhlen-Dach übergehend, als zu diesem gehörig imponirt.

Der hintere Oberkieferfortsatz der Nasenkapsel ist jetzt rein nach hinten gewendet und geht ohne Grenze in den Processus pterygoideus des Quadratum über.

Von den vorderen Theilen des Nasenskeletes wäre zu bemerken, dass der laterale Umfang des Nasenflügelknorpels (Fig. 41, 45. C. al.) sich weiter caudalwärts an der äusseren Wand des Eingangs-Canales zur Nasenhöhle ausgedehnt hat. In der Spalte zwischen seinem oberen Rande und der Cartilago obliqua liegt die Apertura externa narium.

Im übrigen ist kaum etwas Neues über die Begrenzung der Räume zu sagen; dass gelegentlich 2 Rr. frontales des Trigeminus durch die Decke des oberen Cavum dringen, konnte schon vorher beobachtet werden.

Nur eine vorher nicht vorhanden gewesene Fortsatz-Bildung muss Erwähnung finden, die aussen am Boden der Nasenhöhle, in dessen vorderstem Theile, aufgetreten ist. Es handelt sich um eine sagittale, ventralwärts vorspringende Leiste, die am Boden des Cavum inferius, ungefähr in gleicher Höhe mit der Wurzel der Cartilago praenasalis

inferior, etwas medial vom äusseren Rande jenes Bodens, niedrig beginnt, nach vorn zu bedeutend höher wird, und am Zusammenstoss von Boden, Vorder- und Seitenwand des Cavum inferius in einer Flucht mit letzterer liegt. Von vorn betrachtet, erscheint die Leiste daher als eine nach abwärts und etwas einwärts gekrümmte Verlängerung jener Seitenwand über das Niveau des Bodens herab (Fig. 41. 45. Cr. s. n.).

Es ist dies der Fortsatz, von dem ECKER (11. p. 32; Fig. 15 n″) angiebt, dass er sich „mit einer Zacke am vorderen Ende des Oberkiefers verbindet“, und den BORN als „Oberkieferfortsatz“ (Ok in den BORN'schen Figuren) bezeichnet hat.

Der Fortsatz, oder richtiger die Leiste, entsteht, wie aus meinen Schilderungen hervorgeht, ziemlich spät — erst nach der Metamorphose — und erlangt erst bei noch älteren Fröschen, als mein zuletzt beschriebenes Stadium repräsentirt, seine volle kräftige Ausbildung. Was den Namen anbetrifft, so habe ich die Bezeichnung „Oberkieferfortsatz“ schon anderweitig verwendet — hauptsächlich mit Rücksicht auf seine Brauchbarkeit in einer allmählich zu schaffenden, für alle Thierklassen giltigen, Nomenclatur der Theile des Primordial-Craniums — und so muss für die beschriebene Bildung, die den Anuren eigenthümlich zu sein scheint, ein besonderer Name geschaffen werden, als welchen ich „Crista subnasalis“ vorschlage.

Da das Verhalten der Crista zu den Knochen bisher nirgends genauer geschildert ist, so will ich darüber einige Bemerkungen anfügen, die sich auf Verhältnisse beziehen, wie ich sie bei 4 cm langen Fröschen fand. Das Stadium, das in Fig. 41 dargestellt ist (2 cm), zeigte sie zwar in der Hauptsache auch schon, aber noch nicht so scharf ausgeprägt.

Der hinterste Theil der Leiste liegt in der Naht zwischen den Gaumenplatten des Maxillare und Intermaxillare; weiter vorn stützt sich die Leiste allein auf die Gaumenplatte des Intermaxillare und ist nur lateral von der aufsteigenden („Gesichts-“) Platte des Maxillare, die ihr eng anliegt, bedeckt (Fig. 45. Cr. s. n., O. m., O. i. m.). In die stark verdickte Vorderwand des Cavum inferius geht sie unter einem nach unten innen offenen, abgerundeten rechten Winkel über. Auf diese Weise wird unter dem vorderen Abschnitte der Nasenkapsel ein Raum begrenzt, der eine subnasale Fortsetzung des im wesentlichen pränasal gelegenen „Cavum intermaxillare“ darstellt und mit den Schläuchen der Glandula intermaxillaris (Gl. i. m.) ausgefüllt ist. Die Topographie giebt die Fig. 45. Das Dach des Raumes wird gebildet vom Boden der Nasenhöhle (hinter der naso-basalen Fontanelle), der Boden von den horizontalen Platten der Zwischenkiefer, die Seitenwände von den Cristae subnasales die aussen bedeckt sind von den Gesichtsplatten der Maxillaria. Durch die Substanz der ihn dicht erfüllenden Gl. intermaxillaris ziehen die Cartilagines praenasales inf. nach vorn.

So giebt sich die Bestimmung der Crista subnasalis darin zu erkennen, den Boden der Nasenkapsel, der, wie WIEDERSHEIM (57 p. 22) bemerkt, wesentlich höher steht als die Gaumenplatte des Zwischenkiefers, von letzterer abzuheben, ganz ebenso, wie die WIEDERSHEIM'schen Knorpel den aufsteigenden Schenkel des Zwischenkiefers von der Vorderwand der Nasenkapsel abdrängen. Beide Knorpelfortsätze, die WIEDERSHEIM'schen und die Cristae subnasales, erscheinen damit unter demselben Gesichtspunkt: sie schaffen zwischen der Nasenkapsel und dem Zwischenkiefer den

Raum für die Glandula intermaxillaris — begreiflich daher, dass sie, wenigstens in so bedeutender Entwickelung, nur den Anuren zukommen.[1])

Quadratum, Meckel'scher Knorpel, Unterlippen-Knorpel.

Das Quadratum zeigt jetzt eine gänzlich andere Stellung als auf dem vorhergehenden Stadium. Die früher so ausgedehnte Pars metapterygoidea (P. mtpg.) ist reducirt auf ein kurzes Stück, das dem vorderen Ende der Crista parotica (Cr. p. ot.) ansitzt und von hier senkrecht nach abwärts steigt, nur mit dem untersten Abschnitte etwas nach hinten abbiegend. Man dürfte demnach eigentlich von einer P. metapterygoidea nicht mehr reden, da dieser Quadrat-Abschnitt jetzt vielmehr über und vor der Wurzel des Pterygoid-Fortsatzes aufsteigt. Ein besonderer Pr. oticus ist nicht vorhanden, vielmehr ist es thatsächlich der Körper des Quadr. selbst, der der Crista parotica ansitzt. In unmittelbarer Verlängerung des untersten nach hinten abgebogenen Stückes setzt sich nun aber die Pars articularis (P. art.), die jetzt an Ausdehnung und Stärke die P. metapterygoidea bedeutend übertrifft, eine Strecke weit caudalwärts fort. Die Abgangsstelle des Proc. pterygoideus vom Quadratum, die die Grenze zwischen P. metapterygoidea und P. articularis bildet, liegt in der Höhe der Schädelbasis.

Die P. articularis bildet einen fast bis zur Querebene des hinteren Schädelabschlusses reichenden, im wesentlichen von beiden Seiten her abgeplatteten Balken, der nur kurz vor seinem Ende eine breite lateralwärts vorspringende Ausladung zeigt. Die Unterfläche dieser stellt eine flache von rechts nach links gehöhlte Cavitas glenoidalis für den MECKEL'schen Knorpel dar. Die medial plane Fläche der Pars articularis wird bedeckt vom hinteren Schenkel des knöchernen Pterygoids, das mit seinem unteren Rande noch die Kiefergelenk-Fläche überragt und somit einen medialen Schutz für das Gelenk bildet. In dem am meisten lateral vorspringenden Abschnitte des Gelenk-Theiles macht sich eine Verknöcherung des Knorpels bemerkbar, die fest verbunden ist mit der darüber liegenden Hautverknöcherung: dem Quadrato-Jugale.

Der Processus pterygoideus (Pr. pt.) besitzt, da seine Abgangsstelle vom Quadratum nunmehr im vorderen Bereich der Labyrinthregion liegt, eine sehr bedeutende Länge; er zieht, wie aus vielen Abbildungen des Froschschädels bekannt ist, seitlich am Boden der Orbita nach vorn und geht unmittelbar in den Proc. maxillaris post. der Nasenkapsel über. Eine Grenze gegen denselben ist jetzt nicht mehr nachweisbar.

---

[1]) Bei den Urodelen ist eine ähnliche Bildung wie der Wiedersheim'sche Knorpel vorhanden, aber sehr viel weniger ausgedehnt.

Als ganz neue Bildung fällt dann noch ein Fortsatz auf, der von der Pars metapterygoidea des Quadratums dicht über der Wurzel des Proc. pterygoideus abgeht und nach innen gegen den unteren Umfang des vorderen Ohrkapsel-Abschnittes gerichtet ist. Er mag als „Proc. basalis“ (Pr. bas.) bezeichnet werden.

Zwischen seiner stark verbreiterten medial aufwärts gerichteten Endfläche und dem Ohrkapselboden besteht eine Verbindung, die zur Zeit noch durch eine dünne Lage fibrösen Gewebes hergestellt wird, sich aber später zu einem wahren Gelenk umbildet, in dem der Proc. basalis den Kopf, eine flache Erhöhung am unteren vorderen Ohrkapselumfang die Pfanne bildet.

Das Hyoid hat seine Verbindung mit dem Quadratum völlig aufgegeben, dagegen eine solche mit dem äusseren Umfang der Ohrkapsel unterhalb der Pars interna der Columella erlangt. Sehr bemerkenswerth ist, dass es somit jetzt hinter der Paukenhöhle aufsteigt, während es früher vor derselben, resp. vor der später zur Paukenhöhle werdenden Ausstülpung der Mundhöhle lag.

Eigenthümlich ist das Verhalten der Deckknochen zu dem Quadratum. Der gemeiniglich als „Tympanicum“ bezeichnete ⊤förmige Knochen deckt mit seinem hinteren Schenkel die Aussenseite der Pars metapterygoidea und articularis bis zur hinteren Grenze des die Gelenkfläche aussen überragenden Wulstes. Hier verbindet er sich mit dem Quadrato-Jugale, das, wie oben schon erwähnt, am Quadratum selbst mit einer in diesem aufgetretenen Verknöcherung verbunden ist. Der hinterste wieder schmale Theil des Quadratums ist lateral nicht von Knochen bedeckt. Der Querarm des Tympanicum liegt der Crista parotica auf, stösst an der Verbindungsstelle dieser und des Quadratums mit dem hinteren Arme zusammen und setzt sich nach vorn abwärts ohne knorpelige Unterlage noch eine Strecke weit fort. Er ist durch ein Ligament mit dem Oberkiefer verbunden (cf. Ecker).

An der Innenseite wird das Quadratum bedeckt durch das Pterygoid, das sich ebenfalls aus zwei Schenkeln zusammensetzt, die, wie Ecker bezeichnend schildert, die Gestalt eines λ bilden. Der Längsschenkel liegt hinten der Innenfläche der Pars articularis des Quadratums, vorn dem inneren und unteren Umfange des Proc. pterygoideus an, der Querschenkel ist nach innen gerichtet und bildet eine kleine, mit ihrer Concavität nach aufwärts blickende Pfanne, in der der Processus basalis des Quadratums ruht. Dieses Verhalten ist bei Ecker (11) nicht ganz genügend klar dargestellt, namentlich die Fig. 19 giebt zu Täuschungen Anlass. Zwischen der Wurzel des Pterygoidfortsatzes und dem Proc. basalis befindet sich nur ein schmaler Zwischenraum, der von dem äusseren Umfange der erwähnten kleinen Pfanne am knöchernen Pterygoid völlig ausgefüllt wird. (Die Beziehung des Proc. basalis zur Ohrkapsel ist am besten ersichtlich aus Fig. 39. Sie zeigt die Verhältnisse bei einem eben völlig umgewandelten Frosche, die hinsichtlich des Proc. basalis schon ganz den später bestehenden gleichen.)

Der Meckel'sche Knorpel ist nunmehr ein sehr langgestreckter von beiden Seiten her etwas abgeplatteter Knorpelstab, dessen hinteres Ende die Gelenkfläche für das Kiefergelenk trägt. Das hintere Endstück ist in dorso-ventraler Richtung etwas abgeplattet und ragt caudalwärts über das Gelenk hinaus als kurzer Hebelarm vor. Die Gelenkfläche

selbst darf als sattelförmig bezeichnet werden, sie ist in naso-caudaler Richtung concav, in der Transversalen convex gekrümmt. Die Concavität in sagittaler Richtung wird dadurch vermehrt, dass dicht vor der Gelenkfläche der Knorpel einen Höcker, ein Tuberculum praeglenoidale (Tub. prgl.) trägt. Soweit ich an meinen Präparaten dies entscheiden kann, besteht zwischen diesem Tuberculum und der Unterfläche des Quadratums ein directer Contact nicht mehr, vielmehr schiebt sich zwischen beide eine Ausstülpung der Gelenkkapsel nach vorn ziemlich weit vor, die offenbar beim weiten Oeffnen des Maules ausgeglichen wird. Die Kapsel stellt demnach einen sehr schlaffen Sack vor, der sehr grosse Excursionen des Unterkiefers gestattet.

Der frühere Unterlippenknorpel (C. lab. inf.) ist als gesonderter Bestandtheil nicht mehr vorhanden. Er ist innig mit dem MECKEL'schen Knorpel verwachsen und bildet dessen vorderstes, medial abbiegendes Stück. Mit dem der anderen Seite ist er durch eine Symphyse verbunden; das vorher hyalin-knorpelige unpaare Zwischenstück ist in eine Scheibe fibrösen Gewebes verwandelt. Eine knöcherne Scheide (Theil des Dentale) umgiebt den Unterlippenknorpel, der aber selbst noch keine enchondrostotische Verknöcherung zeigt.

Nerven.

Im Verhalten des **N. olfactorius** und **opticus** zum Schädel hat sich nichts geändert.

III. N. oculomotorius.

Verläuft entweder mit der Art. carotis cerebralis gemeinsam durch ein Foramen, oder aber beide Foramina sind wieder von einander getrennt. Letzteres Verhalten muss ich als das seltenere ansehen. In beiden Fällen ist aber das Foramen bedeutend verkleinert gegenüber dem auf dem vorhergehenden Stadium. Dass der Verlauf der Art. carotis int. jetzt ein ganz anderer ist als vorher, ist p. 345 aus einander gesetzt.

IV u. VI. N. trochlearis und abducens.

Das Verhalten beider ist unverändert.

V u. VII. Trigeminus und Facialis.

Da über die Kopfnerven des erwachsenen Frosches eine grosse Literatur existirt, so sollen hier nur die wichtigsten Thatsachen hervorgehoben werden.

Vor Allem fällt mir auf, dass ich bei keinem meiner Präparate mehr

die Radix accessoria nebst dem dazu gehörigen „Nebenganglion" aufzufinden vermag. Ob sie jedoch ganz zu Grunde gegangen ist oder nur sich mit dem Haupttheil des Trigeminus und seines Ganglion verbunden hat, bin ich noch nicht im Stande sicher anzugeben. Indessen ist mir das Erstere wahrscheinlicher.

Das Ganglion trigemini ist ganz von der Ohrkapsel überwölbt. Von den Aesten haben die in ihrem Verlaufe an das Quadratum und den Unterkiefer gebundenen ganz bedeutende Verschiebungen erfahren, die am Cranium sich vertheilenden zeigen dagegen noch wesentlich denselben Verlauf wie auf dem vorhergehenden Stadium, das ja am Cranium schon ziemlich ausgebildete Zustände repräsentirte.

1. Vom R. orbito-nasalis ist nichts Neues zu berichten.

2. Vom R. maxillaris hat sich der R. inferior der veränderten Stellung des Quadratums angepasst, der R. superior ist noch mehr als vorher, durch die Entwicklung des Augapfels beeinflusst, in eine laterale Lage gelangt. Da die Muskeln, die vorher noch fast horizontal verliefen, sich jetzt zu einem fast senkrecht absteigenden Verlaufe aufgerichtet haben, so ist die Lage der Nerven zu ihnen erheblich modificirt.

Der ungetheilte Stamm, der in seinem Anfangstheil einige Ganglienzellen mit sich führt, dringt, dem ventralen Umfange der vorderen Ohrkapselkuppel eng angeschmiegt, nach aussen zwischen den Mm. „pterygoideus" und „temporalis" (ECKER). Ersterer liegt vor, letzterer hinter dem Nerven. Gleich nach dem Durchtritt zwischen den Muskeln erfolgt die Theilung in den R. sup. und inf.

R. maxill. sup. umschlingt den Pterygoideus, dessen lateraler Fläche aufliegend, und verläuft unter dem lateralen Umfange des Bulbus nach vorn. Das Weitere ist bekannt.

R. maxillaris inf. wendet sich etwas nach hinten und läuft auf der Aussenfläche des „Temporalis" herab, bedeckt von einem Muskel, den ich als „Tympano-mandibularis" („Temporalis minor" VOLKMANN) bezeichnen möchte und der vom vorderen Arm des Tympanicum nach hinten abwärts zum Angulare zieht. Er ist bei WIEDERSHEIM auf Taf. I Fig. 1 im II. Theil der „Frosch-Anatomie" mit t t′ bezeichnet, sonst nicht besonders erwähnt. Bedeckt vom Os quadrato-jugale und den „M. masseter" durchsetzend, gelangt der Nerv an die Aussenseite des MECKEL'schen Knorpels, den er umgreift, um an der medialen Seite des Angulare weiter nach vorn zu verlaufen. In dem kurzen Stück seines Verlaufs um den MECKEL'schen Knorpel ist er nur von Muskelfasern und Haut bedeckt. Die Hauptrichtung des Verlaufes bis zum MECKEL'schen Knorpel ist also jetzt: von vorn oben nach hinten unten, also um mehr als 90° verschieden von der während des Larvenlebens. Seine Endverzweigung ist bekannt, ein R. alveolaris wird nicht abgegeben, ebensowenig findet eine Anastomose mit dem R. mandibularis des Hyomandibularis statt.

Facialis-Aeste.

1. R. hyomandibularis.

Dieser ist in seinem Verlaufe wohl noch mehr verändert als der R. maxillaris inf. Aus dem Ganglion hervorgetreten wendet er sich sofort caudalwärts, ventral von der V. jugularis int. liegend, überschreitet den „Proc. basalis" des Quadratums dorsal und liegt dann, immer ventral von der Vena jug., unterhalb der Crista parotica eng an der lateralen Ohrkapselwand und dicht über der Schleimhaut der Paukenhöhlendecke. Im hinteren Abschnitte der Paukenhöhle, wo die Columella dem Dache derselben eng anliegt, verläuft der Nerv dorsal von der Columella, um hinter ihr sofort ventralwärts umzubiegen. An dieser Stelle nimmt er den R. communicans n. glossopharyngei auf. Aus dem gemeinsamen Stamme, der durch Verschmelzung beider Nerven entsteht und der lateral vom Hyoid und medial vom M. depressor mandibulae absteigt, gehen die drei Haupt-Aeste hervor, der R. hyoideus, auricularis und mandibularis. Dazu kommen noch Muskeläste.

Die drei Hauptäste strahlen gemeinsam vom Stamme aus, so dass der auricularis lateral, der mandibularis in der Mitte und der hyoideus am meisten medial liegt.

R. auricularis drängt sich zwischen der Aussenfläche des hinteren Armes des Tympanicum und dem diesen bedeckenden M. depressor mandibulae (Digastricus max.) nach abwärts an die Haut und versorgt dieselbe unterhalb des Annulus tympanicus.

R. mandibularis, der mittlere, läuft hart an der medialen Fläche des hinteren Armes des Os pterygoideum nach abwärts, medial vom Quadrato-Mandibular-Gelenk zum Unterkiefer absteigend. Hier wendet er sich, der Innenseite des Os angulare anliegend, nach vorn, und läuft weiterhin ventral vom Ursprung des Mylo-hyoideus und dorsal vom R. maxillaris inferior, parallel dem letzteren, aber ohne mit ihm zu anastomosiren. Constatirt wurde ein Zweig zur Schleimhaut des lateralen Mundhöhlenbodens, der zwischen den Fasern des M. mylohyoideus aufstieg. Das vordere Ende des R. mandibularis konnte nicht sicher ermittelt werden.

2. R. palatinus.

Zwei die Art. palatina umgreifende Wurzeln dieses Nerven sind in wechselnder Deutlichkeit zu erkennen. Den jetzt vorhandenen Vomer überschreitet der Nerv dorsalwärts.

IX u. X. Glossopharyngeus-Vagus-Gruppe.

Ueber die Wurzeln derselben sei bemerkt, dass mir eine Trennung der vordersten in einen dorsalen und ventralen Antheil nicht mehr gelingt, so dass ich auch nur, wie WIEDERSHEIM (11, p. 26) und WATTEVILLE (56) drei unterscheiden kann. Ein gesondertes Nebenganglion ist auch jetzt nicht mehr zu erkennen.

Wie schon während der Metamorphose, so verlaufen Glossopharyngeus und Vagus auch jetzt eng mit einander verbunden am äusseren unteren Umfang der Ohrkapsel nach vorn, bis an die Aussenseite des Operculum, wo vor dem Vorderrande des M. opercularis die Theilung in die einzelnen Aeste stattfindet. Von diesen besitzt nur noch der R. communicans c. n. faciali weitere Beziehungen zum Cranium; er setzt seinen Weg noch eine Strecke weit aussen am Operculum fort, communicirt aber noch caudalwärts von der Columella mit dem R. hyomandibularis des Facialis. Er selbst überschreitet also die Columella nicht.

Der R. lingualis nimmt jetzt einem vom Cranium und dem Kieferbogen ganz abgelenkten Verlauf, so dass er uns hier nicht weiter interessirt.

Theil II.

Zusammenfassung und Ergebnisse.

Nach dieser Schilderung einzelner Entwicklungs-Stadien des gesammten Primordial-Craniums und Kieferbogens wird es sich darum handeln, die Verbindung zwischen diesen „Stadien“ herzustellen, d. h. den Gang, den die Um- und Fortbildung der einzelnen Abschnitte des Craniums einschlägt, genauer ins Auge zu fassen. Wiederholungen werden dabei nicht ganz zu vermeiden sein, doch muss ich natürlich in der Hauptsache auf die schon gegebene Darstellung verweisen.

Gleichzeitig sollen hier die wesentlichsten Literatur-Angaben berücksichtigt und die vergleichend-anatomischen Betrachtungen, soweit sich solche bereits anstellen lassen, angeführt werden.

I. Basalplatte, Occipital-Region.

Literatur.

Der Haupt-Autor, der sich mit der Bildung der hinteren Schädelpartien bei den Amphibien beschäftigt hat, ist STÖHR (49 u. 50). Zuerst in der Arbeit über den Urodelen-Schädel wies er nach, dass hier die Basalplatte ein durchaus paarig angelegtes Gebilde sei, dessen beide Hälften aus je drei hinter einander gelegenen Abschnitten — Balkenplatte, mesotischer Knorpel, Occipitalplatte — bestehen, welch' letztere nur der Basaltheil des nach Art eines Wirbelbogens angelegten Occipital-Bogens sei. Auf diesen Befund gründete sich die Lehre, dass hier ein richtiger Wirbel erst während der Ontogenese dem Cranium einverleibt werde.

In seiner zweiten, den Anurenschädel behandelnden Arbeit stellt dann STÖHR auch bei diesem das Vorhandensein der drei Abschnitte der Basalplatte fest, weist freilich schon darauf hin, dass dieselben zu keiner Zeit vollkommen von einander getrennt, vielmehr immer durch dünnere Knorpelzüge mit einander verbunden sind (50, p. 91). In der gleichen Arbeit STÖHR's finden dann auch schon die Angaben PARKER's und GÖTTE's Berücksichtigung, weshalb ich hier von einer nochmaligen Wiedergabe derselben absehen kann. Nach STÖHR ist, soweit ich die Literatur kenne, der Gegenstand nicht wieder behandelt worden.

Hinsichtlich der Schädel-Chorda finden sich einige Angaben bei GEGENBAUR (18, p. 29). Die drei überhaupt vor sich gehenden Veränderungen: Zugrundegehen unter Aufnahme brauner Pigmentmassen, Verknorpelung eines Abschnittes der Chorda und Ueberwachsenwerden des hinteren Stückes durch das „Occipitale laterale“ finden Erwähnung.

Diese Angaben werden, für Bombinator, von GÖTTE (21) schärfer und zwar in einer auch für Rana gültigen Weise präcisirt. GÖTTE constatirt (p. 365), „dass der Kopftheil der Wirbelsaite vorn im Knorpel atrophirt und verschwindet, in der Mitte sich in Knorpel umbildet, hinten aber aus dem Occipitalknorpel an dessen Bauchfläche verdrängt, sich in ein faseriges Band verwandelt“.

1. Entwickelung der hinteren Schädelpartieen.

a) Basalplatte und Occipital-Bogen.

Auf meinem jüngsten Stadium ist jede Basalplatten-Hälfte bereits ein knorpliges Continuum, an dem nur durch Dickenunterschiede eine Theilung in drei hinter einander gelegene Abschnitte erkennbar ist (vergl.

p. 284 und Fig. 1—4). Die Grenzen dieser drei Theile sind durch die beiden von mir so genannten „basi-capsulären“ Verbindungs-Stellen gegeben. Es ist sehr schwer zu sagen, ob auf diesem Stadium die Basalplatte bereits ihre definitive Ausdehnung an der Chorda erlangt hat, da die Anlage des I. Wirbels noch nicht deutlich begrenzt[1]) und die Beziehungen auf die benachbarten Theile unsicher sind wegen des grossen Einflusses, den jede Abweichung in der Schnittrichtung haben muss. Bei Larven von 15 mm (also nur 1 mm länger) ist aber die Anlage des ersten Wirbels so deutlich — sie beginnt bereits zu verknorpeln — dass es ganz zweifellos ist, eine weitere Ausdehnung der Basalplatte an der Chorda sei nicht möglich. Auf diesem Stadium hat also die Basalplatte ihre volle caudale Ausdehnung erlangt; sie endet hinten jederseits neben der Chorda mit einem nach hinten convexen Rande, d. h. es bleibt an der Chorda selbst eine von den Hinterrändern beider Basalplatten-Hälften begrenzte „Incisura occipitalis“, in die sich die Anlage des I. Wirbels vorschiebt (also ganz ähnlich, wie es Fig. 20 von einem sehr viel älteren Stadium zeigt). Diese Anlage des I. Wirbels besteht zunächst aus 2 Knorpelstücken, je einem zu jeder Seite der Chorda. Jedes dieser Stücke hat ungefähr die Form eines stumpfwinkeligen gleichschenkligen Dreiecks, dessen Basis an der Chorda, dessen abgerundeter stumpfer Winkel aussen liegt. Die gesammte in die Incisura occipitalis vorgeschobene Anlage ist von der Basalplatte durch das Occipito-Vertebral-Gewebe getrennt. Besonders hervorzuheben ist nun hier, dass auch jetzt noch die aufsteigenden, das Gehirn bis zur halben Höhe umfassenden Seitentheile der Occipitalregion erst in der bindegewebigen Anlage vorhanden sind. Die Verknorplung derselben finde ich erst auftreten bei Larven von 21 mm, d. h. nicht unbeträchtlich später. Erst nach den Occipitalbogen verknorpeln auch die aufsteigenden Theile des ersten Wirbels, dessen basale Theile also auch zunächst eine Zeit lang allein knorpelig bestanden haben. (Auf Fig. 11 hat die Verknorpelung der „Bogen“ eben begonnen.)

Der Occipitalbogen verbindet sich gleich nach seiner Verknorpelung (Fig. 11) mit einem kammartigen Vorsprung, der an dem inneren Umfange der hinteren Ohrkapselkuppel ungefähr in der Mitte der Höhe der letzteren entsteht, dem Anfangstheile der „Crista occipitalis lateralis“, die sich, wie p. 304 geschildert, an dem medialen Ohrkapsel-Umfange weiter nach vorn hinzieht und in die „synotische Decke“ übergeht.

[1]) Besonders auf Frontalschnitten ist die hintere Abgrenzung der Basalplatte sehr schwierig, da, wie sich an späteren Stadien zeigt, die Anlage des I. Wirbels sich an der Chorda zwischen die beiden nach hinten divergirenden Ränder der Basalplatten-Hälften einschiebt. Auf dem Frontalschnitte wird also neben der Chorda die Anlage des I. Wirbels, seitlich davon die der Basalplatte resp. des sich an letztere anschliessenden Occipitalbogens getroffen. Namentlich von letzterem ist die Wirbelanlage auch später noch kaum zu trennen.

Durch die Verbindung der Occipitalbogen mit dem hinteren Ende dieser Leiste wird ein Foramen hinter der Ohrkapsel begrenzt (For. jugulare), durch das vor Allem die Glossopharyngeus-Vagus Gruppe den Schädelraum verlässt. Nur der vorderste basale Zipfel des For. jugulare dient noch dem Durchtritte eines perilymphatischen Ganges, über den p. 307 das Genauere gesagt ist. Vorübergehend findet die Bildung einer knorpeligen Brücke statt, die beide Abtheilungen des Foramen trennt als „For. vagi“ und „For. perilymphaticum accessorium“ (p. 306). Sie kommt zustande durch eine neue Verbindung der Basalplatte mit der Ohrkapsel, die bei Larven von ca. 25 mm entsteht und während der Metamorphose wieder zu Grunde geht, so dass schliesslich wieder ein einfaches For. jugulare besteht.

Halte ich die obige Schilderung über die Entstehung des Occipitalbogens zusammen mit dem von STÖHR Angegebenen, so bleiben einige Punkte, über die es mir schwer wird ins Klare zu kommen, und die daher hier erwähnt werden mögen.

Dass zunächst der vorderste Theil der Basaltplatte, der sich durch sein Verhalten zur Chorda von dem dahinter gelegenen absetzt, der „Balkenplatte“ („vordere Parachordalplatte“) STÖHR's entspricht, ist wohl zweifellos, ebenso, dass der zwischen beiden basi-capsulären Verbindungsstellen gelegene Abschnitt den grössten Theil des „mesotischen Knorpels“ repräsentirt; Schwierigkeiten bereitet nur die Occipitalregion.

Bei den Urodelen entsteht (STÖHR 49.) dieselbe in Form eines Bogenpaares, das genau wie die Bogen der Wirbel dem seitlichen oberen Umfange der Chorda jederseits ansitzt, und dessen basale (parachordale) Theile später mit dem mesotischen Knorpel, der sich erst nachträglich bildet, verschmelzen. Die zeitliche Differenz in der Verknorpelung des mesotischen und des Occipital-Knorpels lässt diese Thatsache bei den Urodelen deutlich erkennen. STÖHR bezeichnet den basalen Theil, der die Basalplatte mit bilden hilft, als „Occipitalplatte“.

Anders ist es nun bei den Anuren, wo die Verknorpelung der Basalplatte vorn beginnt und allmählich nach hinten vorschreitet. STÖHR hat die Entwickelung der Occipital-Region hier nur sehr kurz behandelt; er führt (50, p. 89) an, dass die Verknorpelung der Occipitalbogen sehr spät erfolge, erst nachdem die Ohrkapsel in bedeutendem Umfange knorpelig ist, und auch an der Wirbelsäule knorpelige Bogen wahrnehmbar sind, und sagt ausserdem (p. 97) noch: „bis dieselben“ (d. h. die Occipitalbogen) „erscheinen, hat auch der mesotische Knorpel sich soweit nach hinten ausgedehnt, dass ein vollkommen isolirtes Auftreten auch der Occipitalbogen nicht zu beobachten ist. STÖHR vermeidet es hier, den Ausdruck „Occipital*platten*“ zu gebrauchen, und spricht nur von „Occipital*bogen*“. Sind hier gleichzeitig die basalen (parachordalen) Theile mit gemeint, so würde ich die Angaben nicht gelten lassen können, denn, wie schon oben bemerkt, sind es nur die

lateralen, aufsteigenden Theile, die so spät verknorpeln, während schon bei Larven von 15 mm, wo die Verknorpelung der Ohrkapsel noch sehr weit zurück ist und nur an der Anlage des I. Wirbels eben erst Spuren einer Verknorpelung sichtbar werden, die Basalplatte ihre definitive Ausdehnung an der Chorda erlangt hat.

Zieht man dies in Betracht, so vermisst man eine Angabe, ob und wodurch die basalen Theile der Occipitalbogen von der gesammten Basalplatte unterscheidbar, und wo sie überhaupt zu suchen sind; denn dass etwa der ganze hinter der hinteren basicapsulären Verbindung gelegene und durch sein Verhalten zur Chorda, sowie durch seine Dicke ausgezeichnete Abschnitt der Bogenbasis entspräche, wird von STÖHR nicht angenommen (p. 88 und Fig. 16 u. 17); vielmehr sagt er p. 88 ausdrücklich, dass der mesotische Knorpel erst weiter hinten seine grösste Dicke besitze. Er rechnet also jenen Abschnitt oder doch wenigstens einen Theil desselben noch zum mesotischen Knorpel.

Die Frage, über die bisher die Auskunft fehlt, ist also die: wo ist der der „Occipitalplatte" der Urodelen entsprechende Abschnitt bei den Anuren zu suchen?

Zwei Möglichkeiten sind meiner Ansicht nach gegeben; entweder:

1. dieser Abschnitt ist schon in der völlig ausgebildeten Basalplatte, wie sie bei Larven von 15 mm besteht, vorhanden; diese repräsentire also bereits: Balkenplatte + mesotischem Knorpel + „Occipitalplatte"; — oder
2. die Basalplatte dieses Stadiums sei nur = Balkenplatte + mesotischem Knorpel, und die Anlagen der erst später verknorpelnden Occipitalbogen hätten mit ihren basalen Theilen die Chorda gar nicht erst erreicht, oder seien doch schon frühzeitig von der Chorda abgedrängt und daher nur mit den seitlichen Theilen der Basalplatte (des mesotischen Knorpels) verbunden.

Hinsichtlich der ersten Möglichkeit betone ich nochmals, dass nur das gesammte hinter der hinteren basi-capsulären Verbindungsstelle gelegene Stück der Basalplatte sich wirklich durch seine Dicke und sein Verhalten zur Chorda von dem davor, zwischen beiden Ohrkapseln, gelegenen unterscheidet; innerhalb dieses hintersten Abschnittes vermag ich eine weitere Trennung nicht mehr vorzunehmen. Es könnte also vielleicht dieser ganze hintere Abschnitt der „Occipitalplatte" der Urodelen entsprechen, und als Consequenz würde sich ergeben, dass dann der basale Theil des Occipitalbogens schon eine geraume Zeit vor dem lateralen, aufsteigenden Theile verknorpelte, sich somit Basis und eigentlicher Bogen in einen gewissen Gegensatz zu einander stellten. Die Wirbelähnlichkeit der Occipital-Region, die bei den Urodelen so frappant ist, würde hierdurch jedoch keine schwere Einbusse erleiden: bei der Bildung der Wirbel verknorpelt allerdings im allgemeinen der

Bogen mit seiner der Chorda ansitzenden Basis gleichzeitig, als ein Continuum, beim ersten Wirbel jedoch bestehen auch erst eine Zeit lang die Basaltheile, ehe die Verknorpelung der Bogen erfolgt.

Die zweite oben erwähnte Möglichkeit erscheint vielleicht beim ersten Anblick unwahrscheinlich, gewinnt jedoch an Verständlichkeit, wenn man bedenkt, dass auch bei den Urodelen während der Ausbildung der Occipito-Vertebral-Verbindungen die hinteren Partien der Basalplatte, also zunächst die Occipitalplatten, von der Chorda losgelöst werden (Stöhr 49, p. 514). Man könnte sich vorstellen, dass bei den Anuren, wo die Verknorpelung der Basalplatte von vorn nach hinten vorschreitet, also die hintersten Partien zuletzt ergriffen werden, zu einer Zeit, wo auch die Anlage des ersten Wirbels sich schon an der Chorda vorgeschoben hat, durch diese letztere schon die Anlage des Occipitalbogens von der Chorda abgedrängt und auf die Verbindung mit den mehr lateral gelegenen Partien der Basalplatte angewiesen wurde. Der Umstand, dass gleich nach der Verkorpelung der Occipitalbogen die Basalplattenhälften seitlich von der Chorda sehr viel weiter nach hinten reichen, als an dieser selbst, dass also thatsächlich die mehr seitlichen Partien der Basalplatte durch die Verknorpelung der Occipitalbogen einen Zuwachs erhalten, könnte dafür sprechen.

Die Entscheidung ist jedenfalls sehr schwierig und dürfte eine erneute Untersuchung jüngerer Stadien erfordern. Mit Rücksicht auf die Frage nach der hinteren Grenze des Craniums und nach der Wirbelnatur der Occipitalregion, für deren Annahme ja die Verhältnisse bei den Urodelen sehr bestechend sind, wäre es wohl wünschenswerth, die Untersuchungen noch auf mehr Thierformen auszudehnen. Nach dem, was Rosenberg (41) bei Mustelus beschrieben hat, scheinen hier die Verhältnisse mehr denen bei den Urodelen zu gleichen, während, wie Stöhr (51) bekanntlich nachgewiesen hat, bei den Teleostiern die Anlage des Occipitaltheiles von vornherein mit dem mesotischen Gewebe zusammenhängt, somit grössere Aehnlichkeit mit dem bei den Anuren Beobachteten besteht.

Sehen wir von Deutungen ab und geben wir nur das Thatsächliche dieses Abschnittes, so erhalten wir: Nachdem die Basalplatte schon eine Zeit lang in voller Ausdehnung, die bereits bei Larven von 15 mm erlangt ist, bestanden hat, verknorpeln erst, bei Larven von ca. 21 mm, im Anschluss an ihre hinteren Ränder die Züge verdichteten Gewebes, die hinter der Glossopharyngeus-Vagus-Gruppe aufsteigen. Durch die Verknorpelung dieser „Occipitalbogen" erlangt die Basalplatte einen Zuwachs an der Chorda nicht mehr, da hier ihre weitere Ausdehnung durch die Anlage des I. Wirbels, die schon bei Larven von 15 mm zu verknorpeln beginnt, gehindert ist. Die Occipitalbogen umgreifen das Hirn bis zur halben Höhe und setzen sich auch sofort mit der Ohrkapsel in Verbindung.

b) Chorda.

Auf meinem frühesten Stadium besitzt die Chorda eine Form, die man mit GEGENBAUR (18) als „langgestreckt kegelförmig“ bezeichnen kann. Sie tritt aus dem ersten Wirbel continuirlich, ohne eine Einschnürung zu zeigen, in die Schädelbasis ein und verjüngt sich hier, zwischen den beiden Hälften der Basalplatte liegend, allmählich. So reicht sie bis dicht hinter den Vorderrand der Basalplatte und ist hier dorsal von Knorpel überwachsen, ventral dagegen frei. Dies gilt indessen nur für die vorderste Spitze, gleich dahinter ist auch der dorsale Umfang von Knorpel frei, so dass die Chorda dorsal wie ventral zwischen den Basalplatten-Hälften frei zu Tage liegt.[1]) Damit soll jedoch nicht gesagt sein, dass die Chorda hier völlig unbedeckt sei. Vielmehr finde ich, wenn auch nicht überall gleich deutlich, so doch stellenweise zweifellos ausser dem dorsalen und ventralen Perichondrium, das von einer Seite zur anderen über die Chorda hinwegzieht, noch zwischen dem Perichondrium und der Chordascheide eine einfache Lage sehr langer platter Kerne, durch die eine Verbindung beider Basalplatten-Hälften hergestellt wird (Fig. 3). Diese Kern-Lage würde dem dorsalen und ventralen Abschnitte der GÖTTE'schen „äusseren Chordascheide“ entsprechen; dass aber eine solche rings um die Chorda befindliche Scheide mit der Chorda zusammen als Achsentheil der Schädelbasis den Seitentheilen gegenüber zu stellen sei, ist eine Auffassung, die ich ebensowenig wie STÖHR theilen kann (STÖHR 50, p. 93).

Das schliessliche Schicksal der Schädel-Chorda ist für ihre einzelnen Abschnitte ein verschiedenes. Man kann danach drei solcher Abschnitte unterscheiden. Der vorderste Theil bildet sich ganz zurück und geht zu Grunde; ein dahinter gelegener mittlerer Abschnitt verknorpelt. Der hinterste wird in einer unten zu schildernden Weise aus der Basalplatte überhaupt ausgeschaltet und geht in die Bildung eines „Lig. apicis“, das vom I. Wirbel zur Schädelbasis zieht, ein.

Was die Rückbildung des vorderen Chorda-Abschnittes betrifft, so erfolgt dieselbe von vorn her. Die beiden Hälften der Basalplatte kommen ventral wie dorsal von der Chordaspitze zur Vereinigung durch Verknorpelung der oben erwähnten verbindenden Kernschicht, und drängen vor Allem von beiden Seiten her gegen die Chorda an, so dass diese zu einem platten Bande comprimirt wird. Indem ihr Gewebe zu Grunde geht, bleiben die beiden Basalplatten-Hälften nur noch von einer schmalen

---

[1]) Ob übrigens der dorsale oder ventrale Umfang der Chorda zuerst von Knorpel bedeckt wird, scheint schwankend zu sein; wenigstens fand ich bei einer anderen Serie ganz desselben Stadiums die Chordaspitze dorsal frei, ventral von Knorpel bedeckt. Auch die verschiedenen Gattungen der Anuren zeigen nach Stöhr (50, p. 90) hierin Verschiedenheiten.

Spalte getrennt, in der man häufig braune Pigmentmassen findet. Schliesslich verschwinden auch diese, und man erkennt nur noch an einer dunkel gefärbten Linie die Stelle, wo die Knorpelkapseln beider Hälften der Basalplatte sich an einander legten.

Bei Larven gegen das Ende der Metamorphose (mein III. Stadium) ist die Chorda noch bis vor die Gegend des For. für den N. vestibularis zu verfolgen. Auch bei jungen umgewandelten Fröschen, von 40 mm Gesammtlänge, findet man hier oft noch die ursprüngliche Zusammensetzung der Basalplatte aus zwei Hälften durch eine feine Spalte angedeutet, während dahinter bereits jede Spur der Chorda verloren gegangen ist.

Der Bezirk, innerhalb dessen die Chorda verknorpelt, liegt, soweit ich an meinem Materiale feststellen kann, vor der Gegend des „For. perilymphaticum' sup.“ zwischen diesem und dem Acusticus-Loche und betrifft damit hauptsächlich den Abschnitt der Basis des Primordial-Craniums, der später auch beim erwachsenen Frosche knorpelig bleibt.

Den soliden Knorpelstab an Stelle der Chorda im hinteren Schädelabschnitte finde ich zuerst bei jungen Fröschen von 20 mm Gesammtlänge, unmittelbar nach der Metamorphose noch nicht. Stellenweise liess sich die autochthone Entstehung des Knorpels aus den früheren Chordazellen mit ziemlicher Sicherheit erkennen. Es wird somit ein Stück der Schädelchorda zur Bildung der Basalplatte verwandt, und dieser Antheil ist noch bei jungen Fröschen von 40 mm deutlich wahrnehmbar. Bei älteren Thieren ist nach GEGENBAUR nichts mehr von der Schädelchorda zu erkennen.

Es würde sich nun noch handeln um das hinterste Stück, dessen Veränderungen jedoch in engem Zusammenhange mit der Bildung der Occipito-Vertebral-Verbindung stehen. Sie sollen daher erst mit diesen zusammen geschildert werden.

Hier sei noch darauf aufmerksam gemacht, dass sich an der Lage der Chordaspitze gut die Verschiebung erkennen lässt, welche die verschiedenen Theile des Hinterkopfes während der Entwickelung erleiden. Bei Fröschen bald nach der Metamorphose liegt die Spitze der Chorda im hinteren Abschnitt der Ohrkapsel unter der Hypophyse, während sie auf früheren Stadien, trotzdem sie bis zur vordersten Grenze der Labyrinthregion nach vorn reichte, doch noch hinter der Hypophyse blieb. Das Gehirn hat sich also, im Verhältniss zu den Skelettheilen, sehr weit nach hinten verschoben, eine Thatsache, die natürlich auch zum Ausdrucke kommt, wenn man die Lageverhältnisse zum Dach des Primordial-Craniums berücksichtigt. Daran ist freilich die starke Entwickelung der vorderen Labyrinthregion zum mindesten ebenso betheiligt, als die Verschiebung des Gehirns nach hinten.

c) Occipito-Vertebral-Verbindungen.

Die früheste Verbindung des Schädels mit der Anlage der Wirbelsäule wird hergestellt durch die Chorda, die ohne Unterbrechung und ohne besondere Veränderungen zu zeigen, aus der Anlage des ersten Wirbels in die Basalplatte des Schädels tritt. Nachdem dann die letztere ihre volle Ausbildung erlangt hat und der erste Wirbel knorpelig geworden ist, bilden sich die 3 definitiven Occipito-Vertebral-Verbindungen, zwei laterale, wahre Gelenke zwischen den Seitentheilen des ersten Wirbels und den Occipitalhöckern, sowie eine mediane Bandverbindung zwischen dem Mittelstück des ersten Wirbels und der Basalplatte.

Ich bespreche zunächst die lateralen Occipito-Vertebral-Verbindungen.

Nach der Verknorpelung der Occipitalbogen verläuft der Hinterrand jeder Basalplatten-Hälfte schräg von vorn innen nach hinten aussen, und die zunächst nur aus den zwei Bogenbasen bestehende knorpelige Anlage des ersten Wirbels stellt auf dem Horizontalschnitt eine von der Chorda in ihrer Längsaxe durchzogene Spindelfigur dar, die sich zwischen die Hinterränder beider Basalplatten-Hälften (in die Incisura occipitalis) eindrängt (Fig. 11), von diesen durch eine schmale Zone nicht verknorpelten kernreichen Gewebes, das „Occipito-Vertebral-Gewebe" („Intervertebro-Occipital-Gewebe" STÖHR) getrennt wird. Da wo die Chorda aus dem ersten Wirbel in die Basalplatte tritt, bildet es einen schmalen, jene umgebenden Ring. Nach der Verknorpelung der lateralen aufsteigenden Theile des ersten Wirbels, die auf die der Occipitalbogen nachfolgt,[1]) gewinnt nun im Verlaufe des weiteren Wachsthums aller Theile auch das Occipito-Vertebral-Gewebe an Mächtigkeit und setzt sich immer deutlicher gegen die Basalplatte und den ersten Wirbel ab, deren Knorpel bald die charakteristische grosszellige Beschaffenheit bei sehr spärlicher Grundsubstanz angenommen hat. Die Fig. 14 zeigt die Form, die der erste Wirbel und der hintere Abschnitt der Basalplatte bei Larven von 29 mm Länge darbietet. Von einer eigentlichen Gelenkverbindung ist hier noch nicht die Rede, sowohl um die Chorda wie lateral davon findet sich zwischen beiden Theilen noch dichtkerniges Gewebe, das sich auch (Fig. 15 u. 16) auf die ventrale und dorsale Fläche der Basalplatte eine kurze Strecke weit hinauf erstreckt. Die Fig. 14 lässt übrigens auch deutlich erkennen, dass die Bogen des I. Wirbels an der breitesten Stelle des in toto spindelförmigen Basal-Ab-

[1]) Die Verknorpelung des I. Wirbels beginnt also in der Basis und schreitet nur langsam auf die seitlichen Bogentheile vor, während bei den anderen Wirbeln die Bogen mit ihren Basen mehr gleichzeitig verknorpeln. Es scheinen übrigens die Bogen des II. und III. Wirbels etwas eher zu verknorpeln als die des ersten.

schnittes ansetzen und zunächst, bevor sie sich aufwärts krümmen, noch eine Strecke weit in der Horizontalebene nach aussen sich erstrecken. Die Anlage ist hier noch sehr unvollkommen, erst später kommen beide Bogen in der dorsalen Mittellinie zur knorpeligen Vereinigung.

Im Verlaufe der Entwicklung verbreitert sich dieser basale Theil des I. Wirbels noch beträchtlich und an seinem vorderen Rande bildet sich die Pfanne für das laterale Occipito-Vertebral-Gelenk aus. Man kann auf Horizontalschnitten verfolgen, dass sich innerhalb des Occipito-Vertebral-Gewebes eine Trennung einleitet: die vorderen Partien schliessen sich dem Hinterrande der Basalplatte, die hinteren dem Basaltheile des I. Wirbels an. An der Basalplatte bildet sich dadurch jederseits ein deutlicher nach hinten vorspringender Gelenkhöcker aus, an den Basaltheilen des ersten Wirbels jederseits eine Pfanne, die nach vorn aussen sieht, mit ihrer medialen Hälfte an dem Seitenrande des vorderen Wirbel-Abschnittes sitzt, der von mir oben (p. 304) als „Tuberculum interglenoidale“ bezeichnet wurde, und mit ihrer lateralen Hälfte bis auf den Anfang des aufsteigenden Bogentheiles nach aussen reicht. Innerhalb des Occipito-Vertebral-Gewebes ist die Grenze kenntlich durch einen schmalen Zug von Kernen, die dunkler gefärbt als die übrigen und zudem langgestreckt in der Richtung der Trennungslinie angeordnet sind (Fig. 20). Diese Linie ist übrigens vorn innen nicht ganz bis an die Chorda zu verfolgen, es bleibt der vordere mediale Theil des occipito-vertebralen Gewebes, der von der Chorda durchsetzt wird, von der lateralen Verbindung ausgeschlossen und bildet sich in eigener Weise um, wie unten auseinander gesetzt werden soll.

Ebenso reicht dann natürlich auch der Gelenkhöcker der Basalplatte jederseits nicht bis an die Mittellinie heran. Auch beim erwachsenen Schädel noch enden die Gelenkhöcker eine ganze Strecke lateral von der Mittellinie. (Auf den Abbildungen von ECKER [11] ist dies nicht ganz richtig dargestellt.)

Ich möchte, um das definitive Verhalten dieser lateralen Occipito-Vertebral-Verbindungen gleich zu erledigen, noch hinzufügen, dass die eigentliche Ausbildung einer Gelenkspalte erst nach der Metamorphose statt hat; noch bei Thieren gegen das Ende derselben ist eine dünne Schicht Occipito-Vertebral-Gewebes vorhanden. Eine continuirliche Verknorpelung beider Componenten geht der Gelenkbildung nicht vorher, wie auch STÖHR für die Urodelen beschreibt. Frontalschnitte, auf denen immer nur sehr kleine Partien des trennenden Gewebes getroffen werden, können allerdings gelegentlich den Eindruck hervorrufen, als ob doch einmal continuirlich knorpelige Verbindung vorhanden wäre (gegen das Ende der Metamorphose, so auch bei meinem dritten Stadium); auf Horizontalschnitten habe ich jedoch bis jetzt immer eine trennende nicht verknorpelte Gewebsschicht gefunden.

Bemerkenswerthe Umwandelungen vollziehen sich nun aber an der

mittleren Occipito-Vertebral-Verbindung, und bleiben auch auf die Lage der lateralen nicht ganz ohne Einfluss.

Ich gehe aus von einem Zustande, wie ihn mein II. Stadium zeigt. Die Chorda tritt ohne Unterbrechung aus der Anlage des I. Wirbels durch einen schmalen Ring von Occipito-Vertebral-Gewebe zwischen die beiden Hälften der Basalplatte ein. Die Anlage des I. Wirbels besteht auch erst aus zwei der Chorda seitlich ansitzenden Bogen, deren Basen weder ventral noch dorsal von jener verbunden sind und schiebt sich dabei ein ganzes Stück in die „Incisura occipitalis" vor. Es ist nun oben schon der Veränderungen gedacht worden, denen die Schädelchorda in ihrem vorderen und mittleren Abschnitte unterliegt; der hinterste Abschnitt ist jetzt noch zu betrachten.

Schon eine genaue Betrachtung des Craniums am Ende der Metamorphose (Stad. III, Fig. 34) lässt am hinteren Abschnitte der Chorda und ihrer Nachbarschaft gewisse Besonderheiten erkennen. Die Chorda hat hier einen rechteckigen Querschnitt mit grösserem Quer- und geringerem Höhendurchmesser, ragt aber weder ventral noch dorsal über das Niveau der Basalplatte hinaus. Dorsal beginnen vielmehr die beiden Basalplatten-Hälften sich einander zu nähern; der ihre Ränder verbindende Gewebezug (p. 359) ist bedeutend dicker geworden als früher, und beginnt von den Seiten her zu verknorpeln. Der ventrale Gewebezug ist sehr dünn und bildet mit dem Perichondrium die einzige ventrale Bedeckung der Chorda.

Bei näherer Untersuchung bemerkt man nun, dass die am meisten ventral an den seitlichen Umfang der Chorda stossenden Knorpelpartieen (Fig. 34*) ihren Knorpel-Charakter eingebüsst haben; man sieht hier nur einige freie Kerne liegen; färbbare Grundsubstanz und unterscheidbare Zellen dagegen sind nicht vorhanden. Diese beiden Erscheinungen: die beginnende Annäherung der beiden Basalplatten-Hälften dorsal von der Chorda, sowie die Auflösung des Knorpels ventral neben der Chorda, sind die Anzeichen einer beginnenden Elimination des hintersten Abschnittes der Schädelchorda aus der Basalplatte.

Nur wenig ältere Stadien (Schwanz des im übrigen umgewandelten Thieres nur noch 9 mm lang) zeigen diese Ausschaltung der Chorda schon sehr deutlich. Sie liegt aber, obwohl sehr zusammengeschrumpft und am Umfange stark gefaltet, noch an ihrer früheren Stelle, d. h. in einer Flucht mit der Basalplatte. Der Knorpel derselben stösst jedoch nicht mehr an ihren seitlichen Umfang an, sondern dieser ist eingenommen von faserigem Gewebe, das wohl weniger durch Umwandelung des Knorpels, als durch Vorwachsen des occipito-vertebralen Gewebsringes nach Auflösung des Knorpels entstanden ist. Nur der vorderste Abschnitt dieses aus dem Knorpelverbande der Basalplatte gelösten hinteren Chordastückes ist noch dorsal von den beiden jetzt zur Vereinigung gekommenen Basalplattenhälften bedeckt, der hinterste Abschnitt ist schon

allseitig von faserigem Gewebe umgeben. Gegen den Schluss der Metamorphose wird nun der hinterste Abschnitt der Schädelchorda völlig aus der Basalplatte ausgeschaltet. Der die dorsale Vereinigung beider Basalplattenhälften bildende Knorpel verdickt sich immer mehr (Fig. 35) und dadurch wird die Chorda immer mehr ventralwärts verdrängt. Ihre Conturen werden unregelmässiger, ihre Scheide halskrausenförmig eingefaltet. Da die hierdurch entstandene Lücke der Schädelbasis nur zum Theil (vorn) durch die Vereinigung beider Basalplattenhälften geschlossen wird, so divergiren nach der Metamorphose die Hinterränder jener beiden Hälften noch stärker als zuvor, und gleichzeitig erscheinen die Condyli occipitales noch weiter von der mittleren Einziehung der Basalplatte entfernt, als vorher. Es ist ferner klar, dass, bevor der die Chorda überwachsende Knorpel die gleiche Dicke wie die beiden Basalplattenhälften angenommen hat, an der Ventralfläche der Basalplatte eine mediane kurze Rinne sich finden muss, in der eben die Chorda liegt. Diese Rinne ist in Fig. 39 sichbar. —

Bis hierher wurde auf das Schicksal der Chorda im I. Wirbel und im Occipito-Vertebral-Gewebe keine Rücksicht genommen und ist dieses daher jetzt nachzuholen. Dabei bemerke ich jedoch gleich, dass ich hier nicht über alle Punkte zur völligen Klarheit gekommen bin, vielmehr eine erneute Untersuchung des Gegenstandes für wünschenswerth halte. Vor Allem dürfte noch genauer festzustellen sein, was unter den vielfachen Variationen, die sich gerade hier beobachten lassen, als Norm angesehen werden muss.

Feststellen lässt sich jedenfalls, dass die beiden Bogen, die vorher (Stad. II) nur dem seitlichen Umfange der Chorda ansassen (Fig. 14), sich dorsal und ventral von derselben durch eine sehr dünne Knorpelschicht verbinden und dass dasselbe mit den vorgeschobenen Theilen der Bogen-Basen der Fall ist. Bei Larven von 37 mm (Körper 16, Schwanz 21 mm) finde ich die Chorda innerhalb des I. Wirbels allseitig von Knorpel umgeben. Während dieser Knorpelüberzug zwischen beiden Bogen, also an der breitesten Stelle des Wirbels, ventral und dorsal nur sehr dünn bleibt, wird der vordere Theil der Chorda von einer immer dicker werdenden Knorpelschicht umschlossen und comprimirt. Untersucht man diese Region auf Stadien gegen das Ende der Metamorphose (mein Stad. III), so findet man den vorderen Theil des I. Wirbels, der sich zwischen die beiden Basalplatten-Hälften eindrängt (Tuberc. interglenoidale) und auf dessen Seitentheile auch noch die Pfannen der lateralen Occipito-Vertebral-Verbindungen übergreifen, in sagittaler und transversaler Richtung erheblich vergrössert und bestehend aus Knorpel, der deutlich den Charakter des jungen, eben entstandenen Knorpels trägt und die stark comprimirte Chorda als ein dicker, in dorso-ventraler Richtung abgeplatteter Knorpelring umgiebt (Fig. 36, von einem etwas älteren Stad.). Der Zuwachs, den hier der vordere Theil des I. Wirbels er-

halten hat, ist, wie ich glaube, auf Kosten des theilweise verknorpelten Occipito-Vertebral-Gewebes zu setzen; das Moment, das diese Vergrösserung bedingte, besteht wohl in dem starken Auswachsen der seitlichen Partieen der Basalplatte nach hinten. Wenigstens konnte ich mich nicht davon überzeugen, dass jetzt schon eine Ablösung eines Theiles der Basalplatte von der Chorda eingetreten sei, wie es etwa bei den Urodelen beschrieben wird. Immerhin ist diese Entscheidung sehr schwierig; dass aber ein Theil des vorher um die Chorda gelegenen occipito-vertebralen Gewebes verknorpelt ist und sich den Bogen-Anlagen des I. Wirbels vorn angeschlossen hat, glaube ich bestimmt behaupten zu können. Die starke Wucherung dieses Knorpels und die dadurch bedingte Compression der Chorda ist sehr ähnlich dem Verhalten, das man an den Intervertebralien findet. Allerdings fehlt, um das Bild vollständig zu machen, die Wiederausdehnung der Chorda im Occipitaltheil der Basalplatte. Die Compression der Chorda erfolgt bald hauptsächlich in dorso-ventraler Richtung, bald (Fig. 36) von allen Seiten ziemlich gleichmässig. Aus dem I. Wirbel tritt die Chorda noch durch eine Partie nicht verknorpelten occipito-vertebralen Gewebes in die Basalplatte ein.

Unmittelbar nach der Metamorphose findet man die Chorda im Tuberc. interglenoidale des I. Wirbels noch stärker comprimirt und zugleich häufig an die ventrale Seite gerückt (Fig. 37). Die Ausdehnung des Tuberc. interglenoidale erscheint auch jetzt wieder nach vorn zu vergrössert: der Occipito-Vertebral-Knorpel hat sich weiter nach vorn vorgeschoben (Fig. 37). Ich habe ein solches Stadium nicht plastisch reconstruirt, doch ergiebt sich aus Schnitten, dass jetzt der I. Wirbel vorn einen kurzen zahnförmigen Fortsatz trägt, der die stark comprimirte Chorda einschliesst und im übrigen aus dem verknorpelten Occipito-Vertebral-Gewebe besteht. Aus diesem Fortsatze tritt die Chorda vorn heraus, um nach kurzem Verlaufe an der Ventralfläche der Basalplatte in diese, und zwar in das nun bald verknorpelnde mittlere Stück der Schädel-Chorda überzugehen.

Von jungen Fröschen nach der Metamorphose habe ich nicht mehr viel Stadien untersucht. Die Veränderungen, die sie noch zeigen, sind die Verknorpelung des mittleren Abschnittes der Schädelchorda und die Vereinigung der beiden Hälften des hintersten Abschnittes der Basalplatte, aus dem die Chorda ausgeschaltet ist. Immerhin bleibt aber eine grössere Divergenz der Hinterränder beider Basalplatten-Hälften bestehen. Der mittlere Abschnitt des I. Wirbels beginnt zu verknöchern, der vordere mediale Höcker (Tuberc. interglenoidale) dagegen ist auch bei den ältesten von mir untersuchten Fröschen (4 cm lang) noch knorpelig. Dieser Höcker springt jetzt aber nicht mehr so zahnförmig vor wie vorhin, sondern hat die Form einer dünnen sich verschmälernden Platte, die sich in die Incisura occipitalis und auch unter den hinteren Basalplatten-Rand vorschiebt. Es ist mir nicht ganz klar geworden, worauf diese

Veränderung beruht, ich glaube aber doch eine weitere Wucherung des occipito-vertebralen Knorpels annehmen zu müssen.

Das Schicksal der Chorda in diesem vorderen Theile des I. Wirbels scheint sehr vielen Schwankungen zu unterliegen. An einigen Präparaten von Stadien nach der Metamorphose finde ich sie ganz ventral in dem Tubercul. intergl. liegen, an ihrer Unterfläche nur noch vom Perichondrium bedeckt, d. h. also in einer ventralen Rinne des knorpeligen Tuberculum; in anderen Fällen lag diese Rinne mit der Chorda dorsal. Ausser diesen beiden Möglichkeiten beobachtet man aber auch ein Zugrundegehen der Chorda innerhalb des Tuberculum, und zwar sieht man sie entweder allseitig gleichmässig oder nur von beiden Seiten her zusammengedrückt werden. In letzterem Falle stellt sie eine spaltartige Trennung beider Hälften des Tuberculum dar. Schon wegen des Interesses, das diese variabeln Befunde für die Lehre von der Wirbel-Entwicklung der Amphibien bieten, dürfte sich eine specielle erneute Untersuchung empfehlen.[1])

Die eben geschilderten Varianten habe ich alle bei jungen umgewandelten Fröschen von ca. 20 mm Körperlänge gefunden, und immer war im Anschluss an das Tuberc. intergl. der stark zusammengeschrumpfte Chorda-Strang, in faseriges Gewebe eingeschlossen, bis zu dem Uebergang in das verknorpelte Stück der Schädelchorda zu verfolgen. Auf die letzten Veränderungen, die nun noch statthaben, hoffe ich später zurückkommen zu können; augenblicklich mangelten mir die zusammenhängenden Stadien. Bei dem ältesten untersuchten Thiere von 40 mm lag der Chordarest nebst dem umgebenden Gewebe dorsal von dem vordersten Theile des Tuberculum interglenoidale und war weiter vorn an der Ventralfläche der Schädelbasis befestigt.

Die Form des ersten Wirbels im erwachsenen Zustande zeigt die Fig. 5 bei ECKER (11). Der „mediane Höcker“ (mein Tuberc. interglenoidale) ist verknöchert und ist, wie ECKER p. 28 schildert, durch ein „Lig. suspensorium dentis“ (Lig. apicis) mit der Schädelbasis verbunden. Dieses Ligament dürfte das sein, welches, wie oben geschildert, noch einige Zeit nach der Metamorphose von der Chorda durchsetzt gefunden wurde.

Die Unvollständigkeit dieser Schilderung namentlich mit Bezug auf die Ausbildung des definitiven Zustandes nach der Metamorphose zugebend, fasse ich die Hauptsachen dieser Auseinandersetzungen folgender-

[1]) Auch darüber bin ich mir nicht klar geworden, ob nicht vielleicht das sich vergrössernde Tuberc. interglenoidale auch bis auf einen Theil der aus der Basalplatte verdrängten Schädelchorda übergreift, also ähnliche Verhältnisse wie bei den Urodelen bestehen. Der Unterschied würde freilich immer noch sein, dass bei den Anuren niemals eine Verknorpelung dieses Chorda-Abschnittes zu beobachten ist, sondern dass sie stets, sei es innerhalb des Tuberc., sei es nach Verdrängung aus demselben, zu Grunde geht.

massen zusammen: Es bestehen bei jungen umgewandelten Fröschen zwei laterale und eine mediane Occipito-Vertebral-Verbindungen. Die beiden lateralen sind wahre Gelenke und entstanden zwischen den Basen und den angrenzenden aufsteigenden Theilen der Bogen der Occipitalregion und des ersten Wirbels. An der Bildung des Occipitalhöckers und der Wirbelpfanne ist das occipito-vertebrale Gewebe betheiligt gewesen. Die mediane Verbindung hat ursprünglich die Chorda zur Grundlage. Diese bleibt bis gegen das Ende der Metamorphose unverändert erhalten und geht continuirlich aus dem ersten Wirbel durch das occipito-vertebrale Gewebe in die Schädelbasis über. Erst am Schlusse der Metamorphose wird der hinterste Abschnitt der Schädelchorda aus der Basalplatte ventralwärts verdrängt, indem die beiden Hälften der Basalplatte sich über ihr vereinen. Im Anschluss an die Bogen-Anlagen des ersten Wirbels verknorpelt ein Theil des occipito-vertebralen Gewebes, einen kurzen medianen Höcker des ersten Wirbels bildend (Tuberc. interglenoidale). Die Chorda ist an der Bildung desselben — im Gegensatz zu den Urodelen — nicht betheiligt, sondern geht in ihm oder nach vorhergegangener Elimination zu Grunde. Das aus der Schädelbasis verdrängte Chorda-Stück geht ebenfalls zu Grunde, bildet aber die Grundlage eines Lig. apicis das sich vom ersten Wirbel zur Ventralfläche der Schädelbasis erstreckt

2. Allgemeine und vergleichende Bemerkungen.

Für die Entscheidung der viel ventilirten Frage über die Aufnahme eines wohl charakterisirten Wirbels in das Amphibien-Cranium liegen die Verhältnisse bei den Anuren nicht günstig, da es, wie oben (p. 357) auseinandergesetzt, auf grosse Schwierigkeiten stösst, einen dem Wirbel-Körper entsprechenden Abschnitt der Basalplatte zu begrenzen. Das Verhalten ist demnach hier sehr ähnlich demjenigen, das STÖHR (51) für den ersten Aufbau des Lachs-Schädels beschrieben hat, in dem sich auch eine discrete Anlage des „Occipital-Wirbels" nicht nachweisen liess.[1]) Bekanntlich giebt GEGENBAUR (20), auch unter Berufung auf die eben erwähnte Thatsache, die Wirbelnatur der Occipitalregion nicht zu, sondern sieht in dem „Occipitalwirbel", wie immer er auch wirbelähnlich sei, doch nichts Anderes als den „ersten Zustand der Occipitalregion des Craniums selbst" (20. p. 71), und erklärt die frappante Wirbelähnlichkeit dieser Region bei den Urodelen aus dem Defect, den die Parachordalia hier sehr lange zeigen. Es handle sich demnach um einen Reductions-

[1]) Natürlich handelt es sich hier nur um den „Wirbel", dessen Bogen hinter der Vagus-Gruppe aufsteigen, nicht um jene, die sich bei manchen Teleostiern und Selachiern nachweisbar noch secundär dem Cranium anschliessen. Vielleicht wäre es zur Vermeidung von Missverständnissen angebracht, jenen Bogen direct als „postvagalen" zu bezeichnen.

zustand, wie schon der Vergleich mit den Selachiern ergebe, „wo kein solches Wirbelgebilde erscheint". Ich möchte hier, ohne jedoch damit eine bestimmte Ansicht auszusprechen, die ich durch neue Argumente doch nicht stützen könnte, nur die Bemerkung einschalten, dass etwas Aehnliches für die Selachier doch von ROSENBERG (41 und 42) nachgewiesen ist. ROSENBERG konnte feststellen, dass zu einer gewissen Embryonalperiode das Cranium von Mustelus mit der Labyrinthkapsel abschliesst und dass ein dahinter gelegenes Gebilde, „das aus einem knorpeligen, von der Chorda durchzogenen Körper und aus einem mit diesem in continuirlichem Zusammenhang stehenden Neuralbogen besteht, das also wohl als Wirbel bezeichnet werden kann," erst später zum Aufbau des Craniums verwandt wird. Hervorzuheben bleibt noch, dass die Bogen hinter der Vagusanlage aufstiegen. Vergleicht man dies mit den Befunden bei den Urodelen, so ist die Aehnlichkeit gar nicht zu verkennen und man wird der auch schon von ROSENBERG selbst geäusserten Ansicht, dass jener Wirbel von Mustelus dem bei den Amphibien beobachteten homolog sei, nur zustimmen können. Dann ergeben sich aber einige wichtige Consequenzen. Vor Allem gewinnt die Ansicht an Wahrscheinlichkeit, dass die Befunde bei den Urodelen doch primitive Verhältnisse zum Ausdruck bringen, dass wirklich ein „Wirbel" dem Cranium während der Ontogenese angeschlossen wird, und dass demzufolge das Verhalten bei den Anuren, die Undeutlichkeit des „Wirbels" bei diesen, als der secundäre Zustand anzusehen ist. Denn dass das Anuren- und Urodelen-Cranium einander homolog sind, kann natürlich keine Frage sein. Eine fernere Consequenz würde sein, dass das Amphibien-Cranium auch homolog ist einem Selachier-Cranium, wie es Mustelus besitzt.[1]) So ist jedenfalls nach ROSENBERG's Beobachtungen der Satz zu formuliren. Auf Grund der verschiedensten Erwägungen kann man weiterhin nur zu dem Schlusse kommen, dass das Cranium der Amphibien ein sehr primitives sei, und ich glaube nicht, dass sich die Ansicht WIEDERSHEIM's (59 p. 62) wird halten lassen, nach der der Atlas der Amnioten im Cranium der Amphibien enthalten sein soll. Ich glaube, dass nur die Aehnlichkeit des ersten Wirbels der Urodelen mit dem Epistropheus der Amnioten zu dieser Auffassung führen kann, vermag aber aus dieser Aehnlichkeit keine Consequenz zu ziehen, die dem Cranium der Amphibien eine grössere Ausdehnung zuerkennen würde, als dem der Amnioten. Dagegen sprechen auch die Verhältnisse der Nerven: bei den Amphibien existirt ein Hypoglossus als Gehirnnerv nicht, sondern sein Gebiet wird bei den Urodelen vom ersten, bei den Anuren gar erst vom II. Cervicalnerven versorgt[2]) (bei den Anuren geht der I., zwischen Schädel

[1]) Ueber die Variabilität der Grösse: „Selachier-Cranium" cf. Rosenberg (41) p. 22.

[2]) Bei Menobranchus wird der „Hypoglossus" vom II. und III. Spinalnerven gebildet (Wiedersheim 58 p. 521). Es folgt aus dieser Variabilität, dass auch in dieser kritischen Region sich eine Betrachtung nach den Gesichtspunkten rechtfertigt,

und I. Wirbel austretende Nerv während der Ontogenese verloren. CHIARUGI. 7). Viel eher würde sich die Meinung vertreten lassen, dass bei den Reptilien auch noch ein Theil des I. Wirbels der Amphibien in das Cranium einbezogen wird. Ich hoffe darauf bald zurückkommen zu können. Im obigen Sinne hat sich übrigens über das Amphibien-Cranium schon SAGEMEHL (43. p. 197) geäussert, der hinsichtlich der Auffassung der Occipital-Region durchaus den GEGENBAUR'schen Standpunkt vertritt.

Was nun das Verhältniss der Occipito-Vertebral-Verbindungen der Anuren zu denen der Urodelen betrifft, so bestehen hier in der That einige Unterschiede, die aber doch auf in der Anlage gleiche Zustände zurückzuführen sind. Die beiden lateralen (Gelenk-)Verbindungen können bei der Betrachtung übergangen werden, da sie bei beiden Amphibien-Ordnungen das gleiche Verhalten zeigen. Hinsichtlich der medianen Verbindung stimmen zunächst beide darin überein, dass das hinterste Stück der Schädelchorda aus der Basalplatte ausgeschaltet wird. Die Unterschiede sind aber die: 1. Bei den Anuren wird die Chorda ventral verdrängt und über ihr vereinigen sich die Basalplattenhälften, bei den Urodelen tritt sie dorsal heraus und wird an ihrer Unterfläche von den vereinigten Basalplattenhälften bedeckt. 2. Bei den Anuren geht die ausgeschaltete Chorda zu Grunde und die sie umgebenden Gewebsmassen bilden ein Ligament,[1]) das den I. Wirbel mit der Basalplatte verbindet und längere Zeit von den Resten der Chorda durchsetzt ist; bei den Urodelen verknorpelt sie, verbindet sich dem I. Wirbel und bildet die Grundlage des bedeutend vorspringenden „Proc. odontoideus“ desselben.

Ich möchte zunächst vorschlagen, auch für diesen „Proc. odontoideus“ die Bezeichnung: „Tuberculum interglenoidale“ zu gebrauchen, da der erste Name leicht zu der irrigen Annahme führen kann, als ob jener Fortsatz dem Zahnfortsatz des Epistropheus der Amnioten homolog sei,[2]) während man doch wohl mit Sicherheit nur eine functionell ähnliche Einrichtung in ihm sehen darf.

---

die Fürbringer in seinen glänzenden Arbeiten über die Umbildung der Nervenplexus zur Geltung gebracht hat und die auch in neuester Zeit mehrfach fruchtbringend verwerthet wurden (so von Ruge). Es dürfte sich wohl der Mühe lohnen, die Hypoglossus-Frage auch einmal in diesem Sinne durchzuarbeiten. Wegen des grossen Sprunges von den Anuren zu den Säugern gehe ich hier auf die wichtigen Froriep'schen Befunde nicht ein; es müssen hier die Resultate bei den Reptilien abgewartet werden.

[1]) Wie oben schon angedeutet, lasse ich die Möglichkeit offen, dass auch bei den Anuren das Tuberc. interglenoidale sich bis auf die frühere Schädelchorda heraufschiebt. Zu Grunde geht sie jedenfalls.

[2]) Dies ist ja auch thatsächlich der Fall gewesen und es sind daraufhin mannigfache Erklärungsversuche aufgestellt worden: Verwachsung des Atlas mit dem Cranium,

Ein solches Tuberc. interglenoidale zeigt ja allerdings der I. Wirbel der Anuren nur in sehr geringer Ausdehnung (etwas deutlicher ausgeprägt als bei Rana scheint es bei Discoglossus zu sein, cf. WIEDERSHEIM 59, Fig. 37), doch ist es wohl zu weit gegangen, wenn ALBRECHT (1) daraufhin die Amphibien im „Odontoidea" (Urodelen) und „Anodontoidea" (Gymnophionen und Anuren) eintheilt. Bei Urodelen wie bei Anuren entsteht die Hauptmasse des Tuberc. aus dem Gewebe, das ursprünglich zwischen I. Wirbel und Basalplatte liegt, bei den Urodelen wird aber die verknorpelnde Chorda, und zwar sowohl die ursprünglich zwischen I. Wirbel und Basalplatte gelegene, als auch ein Stück der ursprünglichen Schädel-Chorda in die Bildung mit einbezogen, während bei den Anuren die Verknorpelung jenes Gewebes nicht so weit nach vorn vorschreitet, wahrscheinlich gar nicht auf die frühere Schädelchorda übergreift, und jedenfalls kein Theil der Chorda zu einem bleibenden Bestandtheil jenes Tuberculum wird, sondern die ganze Chorda dieses Gebietes zu Grunde geht. Entsprechend dem Verhalten des hintersten Stückes der Schädelchorda schiebt sich das Tuberc. interglenoidale bei den Urodelen beträchtlich auf die Dorsalfläche der Basalplatte vor, bei den Anuren nur ganz wenig unter die Ventralfläche derselben.

Inbetreff der lateralen Gelenke möchte ich hier eine für beide Amphibien-Ordnungen gültige Bemerkung einschalten. Ob man sie sich entstanden denkt durch Auseinanderrücken der beiden Hälften eines Zwischenwirbelgelenkes oder sie als von vorherein besondere Bildungen auffasst, thut hier nichts zur Sache; morphologisch fehlt ihnen jedenfalls der mediale von der Chorda durchzogene Abschnitt einer Zwischenwirbelverbindung und sie stellen somit besondere Bildungen dar. Jedenfalls sind sie aber nicht etwa zu betrachten als Bogengelenke (GÖTTE 21, p. 391). Dagegen spricht das Verhalten zu den Nerven. Bei Rana tritt nun allerdings kein Nerv swischen Occipitale und I. Wirbel aus, wohl aber bei den Urodelen (z. B. Triton). Hier aber verläuft der Nerv über (genau genommen hinter) dem Gelenk nach aussen, was nie möglich wäre, wenn es sich um ein Bogengelenk handelte. —

Die dreifache Verbindung des Craniums mit dem I. Wirbel ist nicht als eine von den Amphibien erst erworbene Einrichtung anzusehen, sondern bildet sich, wie GEGENBAUR (19) ausführlich dargelegt hat, schon in der Reihe der Selachier aus.

Nach dem, was oben über die Homologie des Amphibien- und Mustelus-Cranium gesagt wurde, darf man wohl auch in den Occipito-Vertebral-Verbindungen homologe Bildungen erkennen. Die weitere

---

Fehlen des Atlas, Verwachsung desselben mit dem II. Wirbel (cf. Hoffmann 25 p. 54). Das in Bezug auf den letzten Punkt von Hoffmann herangezogene Argument (Nervencanal im Wirbel) dürfte nochmals zu prüfen sein.

Untersuchuug wird zu zeigen haben, wie hiernach die einfache Gelenkverbindung bei den Ornithosauriern und weiterhin die wieder dreifache Verbindung (denn das „Lig. suspensorium dentis“ ist die dritte) bei den Säugern aufzufassen ist.

II. Labyrinth-Region.

In diesem Kapitel ist ausser der Ohrkapsel selbst mitsammt der „synotischen Decke“ auch der schallleitende Apparat, also das „Operculum“ und die „Ohr-Columella“ zu betrachten. Der Annulus tympanicus, der topographisch und functionell in enge Beziehungen zum Gehör-Organ tritt, hat entwicklungsgeschichtlich nichts mit ihm, resp. mit den zum Ohre gehörigen Skelet-Theilen, zu schaffen, sondern bildet sich im Anschlusse an das Quadratum, wie anderwärts gezeigt werden soll. Ich gebe zunächst wieder die Entwickelung der genannten Theile und zum Schlusse die vergleichenden Ergebnisse.

A. Ohrkapsel und Tectum synoticum.

Literatur.

Ohne die Bildung der Ohrkapsel im Speciellen verfolgt zu haben, giebt REICHERT (39, p. 29) an, dass das knorpelige Ohrlabyrinth vollkommen frei von der Schädelröhre blosgelegt werden kann und stellt es der „im Wirbeltypus gebildeten Schädelhöhle“ gegenüber.

Dieselbe Auffassung von dem durchaus selbständigen, zum Cranium nur appositionellen Verhalten der Ohrkapsel hegt auch RATHKE (38, p. 25): „In Betreff der Ohrkapseln ist freilich aller Anschein dafür, dass sie ganz gesondert von der Belegungsmasse der Wirbelsaite entstehen.“

Auch PARKER (32, p. 150 u. 152, vergl. auch Pl. IV, Fig. IX u. X) lässt sie zuerst allseitig knorpelig umwandet werden und dann erst mit dem Parachordale („investing mass“) verschmelzen. Dass übrigens auf seinem Stadium III die Ohrkapseln schon allseitig knorpelig umwandet sein sollen, ist ganz unmöglich und kommt auf Rechnung der ungenügenden Methode.

Mit grosser Entschiedenheit spricht sich GÖTTE (21, p. 366) aus, und wird sich wohl durch Anführung seiner Worte am besten das Wesen der Frage, um die es sich handelt, feststellen lassen. GÖTTE sagt: „Während dieser Entwickelung der hinteren Schädelbasis entsteht rund um jedes Gehörorgan eine knorpelige Kapsel, deren innerer unterer Rand mit der Schädelbasis verschmilzt. Dadurch kann leicht der Ein-

druck hervorgerufen werden, als sei wenigstens die horizontale, die Gehörorgane tragende, Platte jener Knorpelkapsel als unmittelbare Fortsetzung der knorpeligen Schädelbasis aus dieser hervorgewachsen. Einer solchen Auffassung widerspricht einfach der Umstand, dass die das Gehörbläschen überziehende Knorpellage am äusseren Umfange bereits entstanden ist, bevor der mittlere Theil der Schädelbasis auch nur angelegt ist, und dass sie nach innen fortwachsend erst nachträglich mit dem Seitenrande desselben zusammenstösst. Die knorpelige Ohrkapsel ist also dem eingeschlossenen Sinnesorgan eigenthümlich und entspricht durchaus den festen Kapseln der zwei anderen Sinnesorgane, von denen das Auge bei unserem Thiere gleichfalls eine dünne Knorpelschicht in der Sclerotica besitzt."

Dieser Auffassung GÖTTE's, die so bestimmt vorgetragen ist, dass eine besondere Hervorhebung des principiell Wichtigen überflüssig erscheint, entsprechen die von mir bei Rana fusca gefundenen thatsächlichen Verhältnisse nur zum Theil.

Dagegen ist die von STÖHR (50) gegebene Schilderung in den wesentlichen Punkten durchaus zutreffend. STÖHR hat bekanntlich den mittleren Theil der Basalplatte jederseits als „mesotischer Knorpel" bezeichnet und ihn als etwas Verschiedenes der Trabecularplatte und dem Occipitalknorpel gegenübergestellt. Von diesem central, neben der Chorda gelegenen mesotischen Knorpel aus lässt STÖHR die knorpelige Umschliessung der Räume des häutigen Labyrinthes zum Theil vor sich gehen. Ein zweiter Ausgangspunkt für die Verknorpelung ist dann der laterale Umfang des Labyrinthes, und durch Verbindung des hier entstandenen und sich ausdehnenden Knorpels mit dem mesotischen wird schliesslich die gesammte Ohrkapsel gebildet — ein Vorgang, der im Einzelnen von STÖHR nicht verfolgt worden ist.

Dieser Schilderung STÖHR's werde ich mich im wesentlichen durchaus anschliessen können. Da ich über die Grenzen des „mesotischen Knorpels" nicht ganz im Klaren bin, so werde ich statt dessen so viel als möglich einfach „Parachordale" gebrauchen; um den peripherisch entstehenden Knorpel auch durch den Namen zu unterscheiden, bezeichne ich ihn als „periotischer Knorpel", wie das übrigens STÖHR selbst auch in seiner Arbeit über den Teleostier-Schädel gethan hat.

Der von mir als „Tectum synoticum" bezeichnete Decken-Abschnitt führte bisher den wenig glücklichen Namen: „Occipitale superius", eine Benennung, gegen die schon O. HERTWIG (24, p. 7 Anm.) polemisirte. Hinsichtlich seiner Entwickelung sei nur bemerkt, dass WIEDERSHEIM schon für die Urodelen annahm, jener Abschnitt gehöre genetisch zu den Labyrinthblasen und stelle eine dorsale Verwachsung derselben dar (58, p. 475). STÖHR (49, p. 498) glaubt dies für Triton bestätigen zu können. PARKER scheint, nach einer Bemerkung auf p. 159 in „Frog's Skull" zu schliessen, der Ansicht zu sein, dass das „Supra-

occipitale“ als dorsales Schlussstück zum Occipitalbogen gehöre, und die Schilderung GÖTTE's (p. 633 u. 634) lässt auch bei diesem Autor eine der PARKER'schen entsprechende Ansicht voraussetzen. Die Anordnung der Decken-Theile ist von GÖTTE richtig beschrieben worden.

I. Entwickelung der Ohrkapsel und des Tectum synoticum.

a) Ohrkapsel.

Die Verknorpelung der Ohrkapsel nimmt zu einem Theile ihren Ausgang am lateralen Umfang des äusseren Bogenganges, zum anderen geht sie von dem Parachordale aus. Mein erstes Stadium zeigt bereits eine vordere und hintere Verbindung der „periotischen“ Kapsel mit der Basalplatte (Fig. 1). Diese beiden „basi-capsulären Verbindungen“, wie ich sie genannt habe, bestehen aber noch nicht lange, ihr Auftreten fällt zeitlich ungefähr zusammen mit dem völligen Verschwinden der äusseren Kiemen unter der nach hinten vorwachsenden Deckfalte. Bei Larven von 13 mm, bei denen die linken Kiemen noch frei sind, ist erst am äusseren Umfange des äusseren Bogenganges Knorpel vorhanden, doch fehlt der vordere und hintere kuppelförmige Abschluss und damit auch die Verbindungen der Kapsel mit der Basalplatte. „Periotischer“ und „mesotischer“ Knorpel sind hier also noch von einander getrennt.

Durch die Vereinigung beider, die offenbar sehr rasch erfolgt und bei Stadien von 14 mm (mit völlig verwachsener Opercularfalte) vollendet ist, wird an der Unterfläche der Ohrkapsel das primäre Foramen ovale gebildet. Es war mir nicht möglich, an den Verbindungsstellen ganz scharf und genau die beiderseitigen Antheile von einander zu unterscheiden, auch jüngere Stadien haben mir keinen ganz befriedigenden Aufschluss darüber, wie die Grenzen zu ziehen seien, gegeben. Aber es scheint mir nicht, als ob der periotisch entstandene Knorpel sich vorne oder hinten weit noch an den medialen Umfang des primären Foramen ovale vorschöbe.[1]) Jedenfalls steht soviel fest und ist besonders der GÖTTE'schen Schilderung (siehe oben p. 372) gegenüber zu betonen, dass schon jetzt ein Theil des häutigen Labyrinthes seine

[1]) Eher ist an der hinteren Verbindung das Gegentheil der Fall. Noch eine kurze Strecke weit vor dieser findet man nämlich zwischen der Chorda und dem inneren unteren Umfang des Sacculus eine verdünnte Stelle des Knorpels oder selbst eine Lücke (Fig. 1, links). Beide Erscheinungen lassen darauf schliessen, dass hier eine secundäre Verbindung zweier ursprünglich getrennter Knorpel stattgefunden hat resp. noch stattfinden wird. Nach Anordnung und Form der Knorpelzellen glaube ich annehmen zu müssen, dass der Knorpel am Sacculus von einer weiter vorn gelegenen Partie des Parachordale aus sich nach hinten vorgeschoben hat. Wie weit nach hinten dies aber der Fall ist, lässt sich an meinen Serien nicht mit Sicherheit erkennen.

Stütze von Knorpel erhält, der sich von der Chorda aus gebildet hat, d. h. der den vorgeschobenen Theil der Basalplatte darstellt.

Was nun die Weiterbildung der Knorpelkapsel betrifft, so erfolgt dieselbe zwar im Anschluss an den schon vorhandenen Knorpel, jedoch an verschiedenen Stellen gleichzeitig vorschreitend und mit einer gewissen Respectirung der Grenzen zwischen den verschiedenen Abschnitten des häutigen Labyrinthes. Dabei könnte man von „Centren" reden, von denen aus die Verknorpelung der Umgebung erst erfolgt — nur mit der Maassnahme, dass diese „Centren" mehr die Form von Leisten haben. Derartige Partien sind z. B. die Linie längs des medialen oberen Umfangs des Canalis ant., Sinus sup. und Canal. post.; von hier aus findet die Knorpelausbreitung nach aussen (auf die Decke) und nach unten (mediale Wand) statt; ferner die Grenze zwischen Canalis ant. und Recessus utriculi und andere.

Ausserdem ergiebt sich als allgemein gültig, dass die Knorpelbildung da länger auf sich warten lässt, wo andere Gebilde den Theilen des häutigen Labyrinthes eng anliegen. So behält die Stelle der vorderen Kuppel, der das Trigeminus-Ganglion anliegt, ebenso wie die am Boden, wo die Vena jugularis verläuft, länger den Charakter der „Anlage" als die übrigen Theile, und so sind auch die mittleren Partien der Innenwand des Hauptraumes, da wo der Utriculus mit dem Sinus superior dem Ductus und Saccus endolymphaticus anliegen, sowie unten das Ganglion acustici sich zwischen den medialen Umfang des Sacculus und die laterale häutige Schädelwand einschiebt, diejenigen Stellen, die am spätesten verknorpeln.

Ich will nun versuchen, die Hauptsachen möglichst übersichtlich zusammen zu stellen.

Das primäre Foramen ovale erleidet eine bedeutende Einengung, vorzüglich in sagittaler Richtung. Zustande kommt dieselbe hauptsächlich von vorne her, während der hintere Umfang seine relative Lage ziemlich beibehält. Vorne scheint es sich mehr um ein Vorwachsen des „periotischen" Knorpels zu handeln, als um eine laterale Ausdehnung des Parachordal-Knorpels. Eine solche laterale Ausdehnung des Parachordale findet dagegen in dem Bereiche des Foramen statt, der zum „secundären" For. ovale wird und schon vorher dadurch ausgezeichnet war, dass hier das „mesotische Gewebe" in das äussere (untere) Perichondrium des äusseren Bogenganges überging (Fig. 3). Dadurch resultirt auch eine Verengerung des For. ovale in transversaler Richtung.

Die Lücken der vorderen Kuppel schliessen sich (die Bodenlücke bleibt oft sehr lange erhalten: Fig. 19) und dadurch, dass sich auch zwischen die mediale Wand des Recessus labyrinthi und das Trigemino-Facialis-Ganglion Knorpel einschiebt, erreicht die Kuppel den

Anschluss an die schon vorher angelegte niedrige Erhebung an der vorderen basi-capsulären Verbindung (Fig. 1).

Die hintere Kuppel erlangt eine mediale Wand, die jedoch am unteren Rande eine Lücke für den Austritt von perilymphatischen Gängen frei lässt. Die Verknorpelung schreitet von hinten nach vorn vor und zwar gleichzeitig entsprechend der ganzen Höhenausdehnung. Dabei bildet sich ungefähr in der Mitte der Höhe eine Verdickung des Knorpels aus, von der in der Folge einerseits die Bildung der Knorpelbrücke ausgeht, die den hinteren Bogengang vom Hauptraum abtrennen soll, andererseits nach dem Schädelcavum zu die Bildung der „Crista occipitalis lateralis", die sich dann nach vorn aufsteigend fortsetzt (Fig. 15, 16).

Sehr rasch schreitet die Knorpelbildung am vorderen und hinteren häutigen Bogengange vor, die ja schon in den beiden Kuppeln eine unvollkommene knorpelige Umwandung besassen. Dabei verknorpelt jeder Bogengang gesondert für sich, im Anschluss an den schon vorhandenen Knorpel, aber ohne Zusammenhang mit der Knorpelschale des äusseren Bogenganges. Ueber den Modus der Verknorpelung wurde schon oben eine kurze Andeutung gemacht: es bildet sich nämlich am ganzen medial-dorsalen Rande des Labyrinthes (Can. ant., Sin. sup., Can. post.) zunächst eine Art Leiste (Fig. 5, aus der Gegend des Sinus sup.), von der aus dann der Knorpel nach aussen auf den oberen und nach unten auf den medialen Umfang der Bogengänge sich vorschiebt. Der nach aussen vorwachsende, die Decke bildende Knorpel verbindet sich dann mit dem inneren oberen Rande der äusseren Knorpelschale, der ihm etwas entgegenwächst. Die Bildung der Ohrkapsel-Decke findet auf diese Weise bald ihren Abschluss, während dagegen, wie unten noch zu erwähnen, entsprechend dem Sinus sup. in der medialen Wand eine Lücke bleibt.

Da wo die Decke des Sinus superior mit dem oberen inneren Rande der äusseren Knorpelschale sich verbindet, macht sich eine besonders lebhafte Knorpelwucherung geltend, so dass ein dickerer Wulst entsteht, von dem aus die knorpelige Abgrenzung des äusseren Bogenganges vom Hauptraum der Ohrkapsel, zum Theil wenigstens, vor sich geht (vergl. Fig. 18).

Dieser Process der Abgrenzung der Bogengänge vom Hauptraum macht sich am äusseren Bogengange, der ja überhaupt den anderen vorausgeht,[1]) zuerst bemerkbar. Theils von dem soeben erwähnten Knorpelwulst ungefähr in der Mitte des oberen inneren Randes des Bogenganges, theils von der gegenüberliegenden Stelle des

[1]) Auch die Abtrennung des häutigen äusseren Bogenganges vom Labyrinthraum erfolgt nach meinen Beobachtungen früher als die der andern.

unteren Randes schiebt sich Knorpel in das Septum vor, das den äusseren Bogengang vom Hauptraum des häutigen Labyrinthes trennt und das schon vorher durch starke Entwicklung von Gallertgewebe verbreitert war (Fig. 3). So entsteht eine senkrecht stehende, zunächt noch schmale Leiste (Lamina verticalis), um die sich das Mittelstück des häutigen Ganges herumschlägt. (Vergl. Fig. 3 mit 17. Die Fig. 11. zeigt die Lamina verticalis in toto.)

Dem äusseren Bogengange folgt mit dem entsprechenden Vorgange der vordere und zuletzt der hintere nach. Schon bei Larven von 16 mm sind alle 3 Bogengänge nach innen zu knorpelig begrenzt. Die „Leisten“ für den vorderen und hinteren Bogengang sind ungefähr horizontal gerichtet, dabei die vordere etwas von hinten aussen nach vorn innen, die hintere von vorn aussen nach hinten innen (Fig. 18 zeigt die Lamina horizontalis ant.). Ihre Bildung erfolgt ebenfalls von zwei Seiten aus: von aussen, im Anschluss an den medialen freien Rand der Decke des äusseren Bogenganges, und von innen, von den beiden Wandverdickungen, die p. 374 u. 375 Erwähnung fanden.

Die Bildung der medialen Wand der Ohrkapsel geht in verschiedenen Abschnitten vor sich und ist erst ziemlich spät ganz vollendet. Zuerst verknorpeln von der oberen Randleiste (cf. p. 375) aus die medialen Wände des Canal. post. und des grössten Theiles des Can. ant.; in der Gegend des Sinus sup. und des angrenzenden Stückes des vorderen Bogenganges bleibt dagegen längere Zeit eine nur häutig geschlossene Lücke. Die Grenze von Can. ant. und Recessus utriculi ist dann auch wieder eine Stelle wo die Knorpelbildung mehr selbstständig vor sich geht. Der von oben herabkommende Knorpel am medialen Umfange des vorderen Bogenganges verbindet sich secundär mit dem dort entstandenen Knorpel, und gerade hier ist häufig auch später noch eine Lücke im medialen Umfang des vorderen Bogenganges zu erkennen (Fig. 11).

Von dieser medialen Grenzleiste geht auch zum Theil die Verknorpelung der unteren Hälfte der medialen Wand vor sich, soweit ihr wenigstens der Recessus utriculi anliegt.

Zum grössten Theile jedoch erfolgt die Verknorpelung des untern Abschnittes der medialen Wand (dem der Recessus utriculi, Utriculus selbst, Sacculus und dessen Appendices anliegen) im Anschluss an den basalen (mesotischen) Knorpel (Fig. 5). Auch hier geht aber der Process nicht gleichmässig, „auf der ganzen Linie“, d. h. der Grenzlinie von Schädel- und Labyrinth-Cavum vor sich, sondern vorn und hinten nach der Mitte zu bis zu dem Eintritt des Acusticus in die Ohrkapsel vorschreitend.

So erhalten wir denn bei Larven von 21 mm (Fig. 11) einen Zustand, der dem völlig ausgebildeten schon nahe kommt, aber doch noch manche Besonderheiten zeigt. Ausser dem

For. ovale aussen und an der Unterseite der Kapsel, besteht noch eine grosse unregelmässige Lücke in der medialen Wand, sowie eine grössere Spalte hinten am medialen unteren Umfang, die theils in das Schädelcavum, theils an die Unterfläche der Ohrkapsel sieht. Dazu kommt die sehr kleine Lücke am medialen Umfange des vorderen Bogenganges.

Die grosse mediale Lücke nimmt in ihrer Mitte die ganze Höhe der medialen Ohrkapselwand ein; sie stellt eine Vereinigung fast aller später in der medialen Wand befindlichen Foramina dar: durch ihren untersten Abschnitt betreten der N. vestibularis und cochlearis die Ohrkapsel, während ungefähr in mittlerer Höhe der Ductus endolymphaticus aus ihr heraus in den Schädelraum tritt, und im obersten Abschnitt der letztgenannte Ductus nebst dem Saccus, zu dem er sich erweitert, dem Sinus sup. und angrenzenden Stück des Can. anterior eng anliegen. Die Lücke ist bis auf die Oeffnungen für die erwähnten drei Gebilde häutig geschlossen.

So haben jetzt noch eine nur häutige mediale Begrenzung: oben der hinterste Theil des vorderen Bogenganges und der Sinus sup. (zum grössten Theil); unten, wo die Lücke nach vorn etwas ausgedehnter ist, ein Stück des Recessus utr., der Utriculus selbst und der vordere Abschnitt des Sacculus. Der hinterste Abschnitt des Sinus superior sowie des Sacculus (auch schon die Pars neglecta) besitzen bereits wieder mediale knorpelige Wände, deren selbständige, von einander unabhängige Entstehung — vom Parachordalknorpel nach aufwärts und von der dorsalen Randleiste nach abwärts — aus den Figg. 5 und 17 erhellt.

Das eben beschriebene, in Fig. 11 abgebildete, Stadium, ist darum gerade so interessant, weil es zeigt, dass die Knorpelbildung nach durchaus anderen Regeln erfolgt, als die Verknöcherung. In dem Auftreten der verschiedenen auf der Grenze zwischen einzelnen Abschnitten gelegenen Knorpelpartien können wir gewissermassen die Tendenz befolgt sehen, zunächst die Grundlinien für die gesammte Kapsel anzulegen, so dass nach Schaffung dieses vorläufigen Gerüstes die Verknorpelung allmählicher erfolgen kann. Die verschiedenen die Wand passirenden Gebilde werden zuerst in weitem Umkreise umzogen, dann werden diese „Oeffnungen“ immer mehr eingeengt und erst zum Schlusse von einander getrennt. Die Verknöcherung geht ganz im Gegensatze dazu gerade mit Vorliebe von der Peripherie von Nerven- und sonstigen Oeffnungen aus (vergl. die allgemeinen Bemerkungen über die Orbital-Region).

Der Verschluss der eben erwähnten grossen medialen Lücke bis auf die Foramina für beide Zweige des Acusticus und den Ductus endolymphaticus, sowie die Trennung der am Boden gelegenen medialen Spalte in zwei Foramina sind, abgesehen von der Operculum- und Columella-Bildung, die letzten Verknorpelungs-Vorgänge an der Ohrkapsel.

Der knorpelige Verschluss der medialen Lücke erfolgt theils von oben, theils von unten her. Von oben her schiebt sich Knorpel zwischen Sinus sup. (resp. das angrenzende Stück des vorderen Bogenganges) und den Ductus und Saccus endolymphaticus ein, bleibt aber auf die genannten Gebilde beschränkt. Von unten (auf dem parachordalen Kn.) erhebt sich die Wandpartie, die die ventralen oben genannten Gebilde abschliessen soll. Nur der vordere Ausschnitt in der ventralen Abtheilung der Lücke schliesst sich auch unter Anschluss an die Knorpelleiste, die ihn oben begrenzt.

Die beiden Acusticus-Aeste bleiben zunächst von einem gemeinsamen Foramen umschlossen, die Trennung desselben in zwei erfolgt erst später, kann vielleicht auch ganz ausbleiben. So finde ich sie z. B. schon bei Larven von 31 mm, deren hintere Extrem. noch sehr klein sind; andererseits fehlt sie auf meinem Stad. IV, nach der Metamorphose. Die Regel ist jedenfalls, dass eine knorpelige Trennung in 2 Abtheilungen eintritt; das Bestehenbleiben eines einfachen For. acusticum ist als Ausnahme aufzufassen.

Die Trennung der hinteren medialen Spalte in 2 Abtheilungen ist bei Larven von 25 mm im Werden. Die vordere Abtheilung wird zum „For. perilymphaticum superius“ (For. rotundum Hasse), die hintere an der Unterfläche der Ohrkapsel mündende zum „Foramen perilymphaticum inferius“ (Aquaeductus cochleae Hasse). Es ist nicht uninteressant, dass die zwei perilymphatischen Canäle, der Ductus perilymph. sup. und inf. auf frühen Stadien durch ein gemeinsames Foramen treten, das sich erst ziemlich spät in seine zwei Theile scheidet.

Am verknöcherten Schädel sind beide Foramina durch eine schmale Knochenleiste von einander getrennt (Hasse [23, p. 803] spricht geradezu von einem „doppelten For. rotundum“).

Erwähnen möchte ich noch, dass auch an dem ältesten von mir untersuchten Thiere, von 45 mm Gesammtlänge, das For. perilymphaticum superius direct aus der Ohrkapsel in die Schädelhöhle führt — wie auch der Ductus perilymphaticus superior mit dem im Schädel gelegenen Lymphraum communicirt — nicht aber in das For. jugulare, wie von Hasse und Retzius für den knöchernen Schädel beschrieben wird. Es scheinen demnach noch nachträglich Wachsthumsverschiebungen stattzufinden.

Die Ohrkapsel von Larven von ca. 29 mm Länge (Stad. II) ist in allen wesentlichen Punkten (abgesehen vom Operculum und der Columella) vollendet. Die dorsale Verbindung der beiderseitigen Kapseln durch die „synotische Decke“ war schon vorher (21 mm) fertig, ihre Entstehung wird weiter unten gesondert besprochen werden.

Auch die Trennung des For. jugulare in ein For. perilymph. accessorium und For. vagi hat sich gebildet und es bleibt nun nur ein ganz geringer hinterer Kuppelabschnitt ohne Verbindung mit der Basal-

platte. Das Innere dieses Abschnittes wird eingenommen lediglich vom absteigenden Theile des hinteren Bogenganges. Von der ursprünglichen hinteren basi-capsulären Verbindung aus hat sich also die Verschmelzung zwischen Basalplatte und Ohrkapsel ein beträchtliches Stück caudalwärts fortgesetzt.

Tiefgreifende Veränderungen macht die Kapsel selbst, nachdem sie einmal fertig gebildet ist, nicht mehr durch. Die Dimensionen ändern sich allerdings noch. Wie schon im I. Theil gezeigt wurde, weitet sich der unterste Raum der Ohrkapsel im Anschluss an die Entwicklung seines Inhalts noch beträchtlich aus, und zwar hauptsächlich in dorso-ventraler, aber auch in transversaler Richtung. Unterhalb des durch den äusseren Bogengang bedingten Vorsprunges bildet sich so im mittelsten Theil der Kapsel ein besonderer geräumiger Abschnitt derselben aus, der lateral zum grössten Theile von dem Operculum und dem proximalen Columella-Abschnitt („Pseud-Operculum“ cf. p. 343) begrenzt wird. Dadurch besonders tritt der äussere Bogengang, der auf jungen Stadien so unverhältnissmässig prävalirte (Fig. 1), immer mehr zurück (Fig. 28, 29). Wie p. 323 geschildert, erstreckt sich das Cavum inferius noch unter den äusseren Bogengang herunter und bildet hier eine Fortsetzung des Hauptraumes, die später als „Fovea fenestrae ovalis“ von jenem abgetrennt wird. Der Grund dieser Ausweitung ist in der Vergrösserung des Cavum perilymphaticum zu sehen. Auf die Bildung der Fovea fenestrae ovalis komme ich noch zurück.

Schliesslich sei hier noch als ziemlich späte Bildung die Crista parotica erwähnt, die auch gelegentlich als „Tegmen tympani“ oder „Processus squamosus“ in der Literatur Erwähnung findet (Cr. p. ot. Fig. 42, 43 u. a.). Sie bildet sich im Anschluss an die Befestigungsstelle des Proc. oticus quadrati am äusseren Bogengang. Die Anordnung der Knorpelkapseln spricht dafür, dass ihre Bildung als Verdickung der Ohrkapsel, nicht aber als Verbreiterung des Quadrat-Fortsatzes aufzufassen sei. Dagegen schiebt sich allerdings in der Metamorphose das Quadratum so weit unter ihren vorderen Abschnitt herunter, dass es zur Verdickung derselben im vorderen Abschnitte beiträgt. Auf meinem IV. Stadium geht der Knorpel der ursprünglichen Crista ohne Grenze in den des Quadratums über; doch wurde schon oben bemerkt (p. 343), dass der Abschnitt, an den sich der Proc. superior columellae anlegt, zum Quadratum gehört. An dem hinteren Abschnitt der Crista parotica erlangt der Annulus tympanicus eine knorpelige Befestigung; von ihr überdacht zieht die Columella zum Trommelfell (Fig. 41, 42).

b) Tectum synoticum.

Eine Verbindung der oberen inneren Ränder beider Ohrkapseln im hinteren Abschnitte der Labyrinthregion finde ich zuerst auftreten bei Larven von 16 mm, während die ersten Andeutungen der von jener Decke ausgehenden drei Spangen (Taenia tecti medialis u. marginales) bei Larven von 21 mm sich zeigen.

Das jüngste Stadium, auf dem ich die synotische Decke angelegt finde, giebt zugleich Aufschluss über ihre Entstehung. Es sei bemerkt, dass auf diesem Stadium (16 mm) eine mediale Wand im Hauptabschnitt der Ohrkapsel noch nicht vorhanden ist, und dass der Raum, in dem der Sinus superior liegt, erst an seiner medialen oberen Kante deutliche Knorpelmassen erkennen lässt (Fig. 5). Hier bemerkt man nun einmal, dass diese Randleiste sich etwas nach innen in das häutige Dach zwischen beiden Ohrkapseln vorschiebt, in der Mitte dieses Daches aber sich noch eine selbständige Knorpelplatte findet, die mit den beiden Randleisten nur erst bindegewebig zusammenhängt. In diesem mittleren Schlussstück zeigen zweifellos die mittelsten Partien die grössten Zellen und den Charakter des ältesten Knorpels, nach dem Rande zu werden die Zellen kleiner und undeutlicher, und gehen in das nicht verknorpelte zellig-fibröse Gewebe über, das sie mit den Randleisten jederseits verbindet. Ich glaube dies Verhalten so deuten zu müssen, dass, wenigstens zum grössten Theile, die synotische Decke nicht entsteht durch Entgegenwachsen der oberen inneren Ohrkapselränder, sondern als selbständige Verknorpelung des zwischen beiden Ohrkapseln gelegenen häutigen Schädeldaches.[1])

Eine solche häutige Schädeldecke, als Vorläufer der knorpeligen, besteht in der That bei etwas jüngeren Larven in der Form einer Lage langgestreckter spindelförmiger Kerne. Zu den hintersten Abschnitten der Ohrblasen verhält sie sich anders als zu den mittleren. Während sie nämlich in der Mitte der Labyrinthregion unmittelbar die höchsten Erhebungen der Ohrblasen mit einander verbindet (Fig. 3) setzt sie sich

---

[1]) Einen ganz analogen Befund machte ich bei einer 12 mm langen Larve von Triton taeniatus. Es fand sich hier hinter der Gegend des For. pro ductu endolymphatico an der Decke (über dem IV. Ventrikel) eine selbständige Knorpelplatte, die mit den oberen inneren Ohrkapselrändern in nur häutiger Verbindung stand. Auch hier zeigte sich zugleich von diesen Rändern aus eine Neubildung von Knorpel. Ob in diesem Falle eine Ausnahme von der gewöhnlichen Regel vorlag, vermag ich noch nicht zu entscheiden; in jedem Falle beweist der Befund, dass die zwischen den Ohrkapseln gelegene häutige Decke des Schädelcavums als solche die Tendenz zur Verknorpelung hat, und dass — jedenfalls im vorderen Theil — nicht etwa nur ein Entgegenwachsen der beiderseitigen inneren oberen Ohrkapselränder zur Entstehung der synotischen Decke führt. An anderen Serien schienen mir freilich, wenigstens im hinteren Abschnitt der Decke, die Verhältnisse etwas anders zu liegen.

nach hinten hin in einer absteigenden Linie an dem inneren Umfange der Ohrkapsel an. Dicht auf dem Decken-Gewebe liegt in der Mitte der Region eine Schicht Pigmentzellen (Fig. 3 Pg.), die sich seitlich auf den oberen und äusseren Umfang der Ohrblasen weiter fortsetzt; weiter hinten bleibt, da dieser Pigmentzell-Zug sein Verhalten zu den Ohrblasen nicht ändert, zwischen ihm und dem Ansatz des erwähnten Decken-Gewebes ein auf dem Querschnitt dreieckiger Raum (Fig. 2).

In der Mitte der Decke, über dem Dach des IV. Ventrikels, liegen die beiden Gewebe-Züge dicht über einander.

Auch auf dem Stadium von 16 mm, wo die synotische Decke schon zwischen beiden Sinus superiores im Entstehen war, ist der Gewebszug der sich hinten absteigend an den inneren Ohrkapselumfang ansetzt, noch nicht verknorpelt; später entsteht in ihm durch Verknorpelung seiner lateralen Partien die „Crista occipitalis lateralis“.

Im Laufe der Entwicklung erleidet die synotische Decke keine Veränderung und ist somit nur noch ihre Lagebeziehung zu anderen Theilen des Schädels zu erwähnen.

Sie beschränkt sich, auch wo sie gut ausgebildet ist (Stad. II), in sagittaler Ausdehnung ungefähr auf den Raum der Ohrkapsel, in dem der Sinus superior liegt. Vorn reicht sie bis zur Gegend des For. pro ductu endolymphatico, hinten ungefähr bis zur Gegend des For. perilymphaticum superius. Diese Beziehungen bleiben ziemlich constant, während dagegen die zum Gehirn sich im Laufe der Entwicklung nicht unbeträchtlich ändern. Es findet eine Verschiebung des Gehirnes nach hinten statt. Auf meinem II. Stadium (ganze Länge 29 mm) reicht die synotische Decke nicht bis zum Kleinhirn, sondern liegt über der Medulla obl., schon bald darauf (31 mm) findet man ihren Vorderrand über dem Kleinhirn, noch später (39 mm) über dem hinteren Theile der Mittelhirnhemisphären.

Dass diese auf Frontalschnitten zum Ausdrucke kommende Verschiebung des Gehirnes nach hinten nicht Täuschung, hervorgebracht etwa durch eine bei den älteren Stadien mehr geneigte Schnittrichtung, ist, erhellt aus den Lageverhältnissen des Gehirnes zum Boden (Chorda). Gerade aus der gleichzeitigen Berücksichtigung der Lagebeziehungen, die das Gehirn zum Boden und zur Decke zeigt, erhält man die Ueberzeugung, dass es sich im Laufe der Entwicklung relativ nach hinten verschiebt. (Dasselbe beweist z. B. der Verlauf der Nerven, z. B. des Opticus.)

Vom Vorderrande der synotischen Decke gehen aus: 1 Taenia tecti medialis (Fig. 12. Taen. tect. med.) und 2 Taeniae tecti marginales (Fig. 12. Taen. tect. marg.). Zuerst finde ich sie angedeutet bei Larven von 21 mm. Ihre Verknorpelung erfolgt im Anschluss an die synotische Decke von hinten her. Bei allen dreien handelt es sich um eine Verknorpelung von schmalen Streifen der oben erwähnten

häutigen Schädeldecke. Die mittlere liegt genau in der Mitte, die beiden seitlichen ziehen von den Seitentheilen des Tectum synot. direct nach vorn auf den oberen Rand der Schädelseiten-Wand vor der Ohrkapsel hin, mit dem sie sich verbinden (Fig. 12). Da die Ohrkapseln mit ihren vorderen Kuppeln beträchtlich lateralwärts zurückweichen — vielleicht durch das grosse Trigemino-Facialis-Ganglion abgedrängt — so wird der Abstand zwischen ihnen und den Taeniae tect. marg. nach vorn zu immer grösser. Sind nun aber auch die lateralen Spangen anfänglich in keiner knorpeligen Verbindung mit den inneren oberen Ohrkapselrändern, so erlangen sie solche doch im Laufe der Entwickelung. Die Verbindung erfolgt von hinten her und ist bei Larven im Beginne der Metamorphose vollendet, so dass dann die Taeniae tecti marg. nur als die nach innen vorspringenden oberen Ränder der Ohrkapseln erscheinen. Ueber das Weitere, sowie die Taenia tect. med.

Zusammenfassung.

Die knorpelige Umschliessung des häutigen Labyrinthes nebst dem perilymphatischen Raum-System geht von zwei räumlich getrennten Stellen aus: 1. von den Seiten der Chorda, 2. vom äusseren Umfange des äusseren Bogenganges („Periotischer Knorpel"). Vom Parachordalknorpel (mesotischer Knorpel Stöhr's) erfolgt die Umschliessung der medial-ventralen Theile des mittleren Labyrinth-Abschnittes (vorzüglich des Sacculus nebst seinen Ausstülpungen, Lagena, P. basilaris und neglecta, sowie zum Theil die Umschliessung des Acusticus). Der „periotische" Knorpel breitet sich von seiner Ausgangsstelle am äusseren Bogengange derart weiter aus, dass er zunächst nach vorn und hinten, immer dem äusseren Bogengange folgend, vorschreitet und für dessen äusseren, oberen und unteren Umfang eine knorpelige Umwandung schafft. Auf den häutigen Canalis ant. und post. übergreifend biegt er vorn und hinten nach innen um, bildet dadurch je einen kuppelförmigen Abschluss der gesammten Kapsel-Anlage und verbindet sich mit dem Parachordale an zwei Stellen. Er schafft also für die lateral, sowie hinten und vorne gelegenen Theile des Labyrinthes die knorpelige Umwandung.

Eine gewisse Selbständigkeit könnte man dann noch vielleicht dem Knorpel zuerkennen, der im mittleren Abschnitt des Labyrinthes (Sinus sup. und angrenzende Stücke des Canalis ant. und post.) den medial-dorsalen Abschluss bildet.

Die synotische Decke entsteht nicht durch Entgegenwachsen der oberen inneren Ränder beider Ohrkapseln, sondern zum grössten Theile durch selbständige Verknorpelung des zwischen beiden Ohrkapseln ausgespannten häutigen Schädeldaches.

2. Allgemeine und vergleichende Bemerkungen.

In dem, was oben über die Entwicklung der Labyrinthregion bei Rana gesagt wurde, findet die Frage, ob dieselbe in Anpassung der Schädelwand an das in sie eingetretene Gehörorgan entstanden (GEGENBAUR 19 p. 37 u. 258) oder ob die Ohrkapsel eine besondere Sinneskapsel sei, die zum axialen Theile des Schädels nur in einem appositionellen Verhalten stehe (GOETTE im Anschluss an REICHERT und RATHKE),[1]) keine stricte Beantwortung. Für die GOETTE'sche Auffassung gab die fehlerhafte Beobachtung die Grundlage ab, dass die Ohrkapsel allseitig knorpelig umwandet sei, bevor sie sich mit dem Parachordale in Verbindung setze. Das ist nun zweifellos für Rana — und dass Bombinator sich hierin anders verhalten sollte, ist wohl nicht denkbar — unrichtig; die Thatsache, dass ein Theil des Ohrkapselbodens nichts Anderes ist als der laterale Theil des Parachordale, und dass von hier aus auch zum Theil die Bildung der medialen Wand erfolgt, ist zweifellos. So würde man sich also mindestens vorzustellen haben, dass jene periotische Kapsel medialwärts offen sei und hier ihre Ergänzung von Seiten axialer Schädeltheile erhalte. Aber das Verhältniss der beiden von den zwei verschiedenen Stellen aus entstandenen Knorpel zu einander ist doch noch nicht ganz klar anzugeben. Ich verweise hier darauf, dass STÖHR auch die am äusseren Ohrkapselumfang selbständig auftretenden Verknorpelungen als zum „mesotischen Gewebe", d. h. zum mittleren Abschnitte der Basalplatte gehörig betrachtet („im Hinblick auf den oben erwähnten, wenn auch nicht knorpeligen, so doch deutlich erkennbaren Zusammenhang" — 50 p. 88) und die Thatsache, dass auf jungen Stadien vom freien lateralen Rande des mesotischen Knorpels aus ein Gewebszug um den unteren und äusseren Umfang der Ohrblase sich erstreckt und mit dem peripher entstandenen Knorpel in Verbindung steht, ist richtig. Die Erscheinung aber, dass in einer einheitlichen Skelet-Anlage zwei räumlich getrennte Verknorpelungs-Centren auftreten, wäre nicht ohne Analogon (man denke z. B. an den MECKEL'schen und Unterlippen-Knorpel). Dazu kommt, dass auch GEGENBAUR (50 p. 28) für die Selachier beschreibt, dass zuerst die äussere Labyrinthwand knorpelig werde, „im Zusammenhang mit dem Basalknorpel, der von der Chorda her um das Labyrinth herum nach der Seite und dann aufwärts sich ausdehnt". Das würde also eher der Anschauung entsprechen, dass das Labyrinthcavum als eine Art Erweiterung des Schädelcavums, die Ohrkapsel als eine zur Aufnahme des Gehörorgans ausgeweitete Schädelseitenwand aufzufassen sei.

[1]) Nachträglich werde ich darauf aufmerksam, dass auch v. WIJHE (60 p. 218) sich einmal ganz in demselben Sinne ausgesprochen hat.

Damit steht nun allerdings eine ältere Angabe von LEYDIG[1]) (in: „Beiträge zur mikroskopischen Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Rochen und Haie, Leipzig 1852") in Widerspruch, die vielmehr einer selbständigen Entstehung der Ohrkapsel auch bei den Selachiern das Wort redet. Für die Teleostier hat weiterhin STÖHR (51) eine Schilderung von der Ohrkapsel-Entwicklung gegeben, die sich mit der für Rana entworfenen fast völlig deckt. Auch hier der doppelte Ausgangspunkt der Verknorpelung, ein centraler und ein peripherer („periotischer Knorpel"). Etwas weniger klar liegen die Verhältnisse bei den Urodelen (STÖHR 49), doch glaube ich nach meinen bisherigen Beobachtungen an Triton auch für sie im Princip denselben Entwicklungsgang vertreten zu können.[2])

Es scheint mir demnach doch, dass die beiden Knorpel, der periphere und centrale, in einen gewissen Gegensatz zu einander gebracht werden

---

[1]) Nach GOETTE p. 715. Die LEYDIG'sche Arbeit selbst war mir nicht zugänglich. Eigene Untersuchungen über diesen Punkt konnte ich noch nicht anstellen.

[1]) Der periphere Ausgang der Verknorpelung findet sich auch hier, doch bleibt nach STÖHR der eigentliche an der Chorda gelegene Achsentheil der Basalplatte zwischen beiden Ohrkapseln nur sehr gering entwickelt; er wächst nicht von der Chorda aus in die Breite, sondern seine Verbindung mit der Ohrkapsel wird hergestellt (49 p. 499) „durch knorpelige Differenzirung des zwischenliegenden Gewebes von den Ohrkapseln aus". Dieses letztere Gewebe („peripheres" Gew.) vergleicht Stöhr mit dem „mesotischen Gewebe" der Anuren und sucht das verschiedene Verhalten beider durch die Verschiedenheit in dem zeitlichen Auftreten zu erklären. Ich habe leider von dem hier in Betracht kommenden Stadium (Triton taeniatus, c. 9 mm lang) noch nicht ganz ausreichendes Material zur Verfügung, glaube aber doch schon aus den bisherigen Beobachtungen schliessen zu können, dass es möglich ist, die Befunde bei beiden Amphibien-Ordnungen noch enger mit einander in Einklang zu bringen, als dies bereits von Stöhr geschehen. Die Schilderung von Stöhr (49 p. 499) könnte zu der Vermuthung führen, dass die Ohrkapsel medialwärts schon abgeschlossen ist, wenn die Verknorpelung des „peripheren" Gewebes erfolgt. Dies ist aber nicht der Fall. Der eigentliche parachordale Achsentheil der Basalplatte in der Mitte der Labyrinthregion bleibt allerdings sehr schmal, und von ihm deutlich abgesetzt verknorpelt das Gewebe, das dem medialen unteren Umfange des häutigen Labyrinthes anliegt. Von diesem aus schreitet aber dann erst die Verknorpelung des Ohrkapselbodens im mittleren Abschnitte nach aussen vor und auch die mediale Wand bildet sich, ziemlich spät, theilweise im Anschluss an diesen dem medialen unteren Winkel des häutigen Labyrinthes anliegenden Knorpel. Dieser „periphere" Knorpel hat demnach in der That mit dem „mesotischen" Knorpel der Anuren auch das gemeinsam, dass von ihm aus die Umschliessung eines Theiles des häutigen Labyrinthes vor sich geht; der Unterschied liegt darin, dass er bei den Urodelen nicht bis an die Chorda heranreicht, wie STÖHR schon auseinandergesetzt hat (50 p. 97). Ich glaube demnach auch bei den Urodelen den doppelten Ausgangspunkt für die Verknorpelung der Ohrkapsel annehmen zu müssen, einmal den peripheren, vom äusseren Umfange des äusseren Bogenganges aus, und dann einen centralen, vom inneren unteren Umfange des Labyrinthsackes aus; dieser, hier an Ort und Stelle auftretende Knorpel ist aber von dem unmittelbar der Chorda anliegenden abgesetzt; nicht, wie bei den Anuren, von vornherein nur die laterale Ausbreitung jenes.

müssen. Auch für die Batrachier wäre ja doch zunächst noch an ganz jungen Stadien festzustellen, ob jene Verbindung des „mesotischen“ Gewebes mit der am äusseren Umfang des Labyrinthes entstehenden periotischen Skelet-Anlage nicht vielleicht erst secundär sich ausbildet. Zudem gewinnt man, wie auch p. 288 erwähnt, an Frontalschnitten durch junge Larven stellenweise den Eindruck, dass jener verbindende Gewebezug nicht in den lateralen Knorpel selbst, sondern vielmehr in sein äusseres Perichondrium übergeht, und schliesslich fordern manche Thatsachen, wie das unten zu besprechende Verhalten des Facialis bei Anuren und Urodelen zu einer schärferen Trennung beider Knorpelarten auf.

Man würde sich demnach — vorbehaltlich der Ergebnisse ausgedehnterer Untersuchungen — vorzustellen haben, dass das Labyrinth eine eigene periotische Kapsel erhält, die aber unvollkommen, nach dem Schädelcavum zu offen ist und eine Vervollständigung medialwärts erst durch axiale Schädeltheile erhält.

Der völlige mediale Abschluss tritt bei den Anuren wie bei den Urodelen und Selachiern (vielleicht überall?) zuletzt auf und kann sogar, wie bei einem Theile der Ganoiden und den Teleostiern, ganz unterbleiben. Dass hierin aber nicht ein phylogenetisch primäres Verhalten sich vererbt hat, sondern nur das Endresultat eines Processes vorliegt, der bei Amia mit einer einfachen grossen Fensterbildung in der Peripherie des Acusticus-Loches anhebt und innerhalb der Teleostier schrittweise bis zu der bei den Cobitidinen vorhandenen weiten Communication der Labyrinthnische mit der Schädelhöhle verfolgt werden kann, wies SAGEMEHL (43 p. 207 und 45 p. 574) nach. Mit Rücksicht auf die von ihm betonte Thatsache, „dass Fenestrationen des Skeletes im allgemeinen mit Vorliebe von der Peripherie von Nervenöffnungen ausgehen“, sei hier daran erinnert, dass man auch bei Rana gelegentlich ein Zusammenfliessen der beiden Acusticus-Löcher zu einem einzigen grossen Foramen, durch Schwund, resp. ausbleibende Bildung der trennenden Knorpelbrücke beobachtet.

Alsdann möchte ich hier noch einen Punkt erledigen, der das Verhalten des Facialis zur Ohrkapsel bei Anuren und Urodelen betrifft. Dass der Facialis bei vielen Urodelen (so den Tritonen) durch die Ohrkapsel hindurchtritt und an der Austrittsstelle erst das Ganglion geniculi bildet, ist eine bekannte Thatsache, ebenso der gänzlich davon abweichende Verlauf bei den Anuren; doch existirt meines Wissens der Versuch einer Erklärung noch nicht. Und doch ist eine solche nicht schwer zu geben. Zwischen beiden Zuständen finden wir nämlich einen Uebergang — richtiger einen gemeinsamen Ausgang — in dem Verhalten, das mir ein Siredon zeigt, und das, wie ich einer mir soeben zugegangenen Mittheilung von Prof. KINGSLEY (29) entnehme, auch bei Amphiuma, — wahrscheinlich auch noch bei anderen niederen Urodelen — gefunden wird. Hier betritt der Facialis nur scheinbar mit dem Acusticus zusammen die Ohrkapsel,

thatsächlich passirt er durch einen ventral von der vorderen Kuppel gelegenen Knorpelcanal, dessen Dach von dem Boden der vorderen Kuppel, dessen Boden von einer Fortsetzung des vorderen Theiles der Basalplatte gebildet wird. Der Canal liegt also unter dem vorderen Abschnitt der in sich geschlossenen Ohrkapsel. Denkt man sich hier die vorderste seitliche Verlängerung der Basalplatte und ihre Verbindung mit der Ohrkapsel weg, so bleibt das Verhalten übrig, das die Anuren zeigen; nimmt man aber an, dass der Boden der vorderen Ohrkapselkuppel an der Stelle, wo der Facialis unter ihm verläuft, eine Lücke erhält, so wird offenbar der früher extracapsulär verlaufende Canal mitsammt dem Nerven in das Innere der Ohrkapsel mit einbezogen und der frühere Boden des Canals (= einem seitlichen vorderen Abschnitte der Basalplatte) erscheint nun als Theil des eigentlichen Ohrkapsel-Bodens. In letzterem Falle (Triton, Salamandra) läuft dann der Facialis „durch die Ohrkapsel hindurch“, im ersteren hat er Gelegenheit, sich mit dem Trigeminus zu verbinden, wie es bei den Anuren thatsächlich geschieht. Es folgt aus dem Mitgetheilten die Thatsache, dass die Ohrkapsel der Tritonen nicht völlig homolog ist der bei den Anuren. Sie stellt vielmehr die Verschmelzung zweier Räume dar, ist = der eigentlichen Ohrkapsel + dem Facialis-Canal.

Die Ontogenese erleichtert das Verständniss der Umbildung wesentlich. Der periotisch entstandene Knorpel bildet bei Rana die ganze vordere Kuppel und ist erst hinter dem Facialis-Ganglion durch die „vordere basi-capsuläre Verbindung“ mit der Basalplatte vereinigt. Es ist nicht schwer vorstellbar, dass noch vor dem Facialis eine zweite vordere Verbindung beider Theile eintritt — und was ich bereits an jungen Stadien von Siredon gesehen habe, entspricht dieser Auffassung völlig — und so würde der Facialis-Canal gebildet sein. Kommt nun nur die Verbindung vor dem Nerven zustande, nicht aber die hinter ihm, so ergiebt sich das Verhalten von Triton und Salamandra. Die Unterscheidung von „periotischem“ und „parachordalem“, oder überhaupt von peripher und central entstandenem Knorpel wird dadurch um so berechtigter.

In dem Verhalten bei Siredon dürfte dann auch die Vermittelung zwischen jenem bei den Selachiern einerseits und dem bei den Anuren und Urodelenformen, wie den Tritonen andererseits zu suchen sein.

B. Operculum und Columella auris.

Literatur.

Schon über die Form des fertig ausgebildeten schallleitenden Apparates bei den Anuren sind die Literatur-Angaben von sehr wechselnder Genauigkeit. Und doch hat schon CUVIER (9 p. 395) eine im

wesentlichen völlig richtige Schilderung gegeben. Er unterscheidet ganz correct zwei Theile: eine knorpelige Scheibe und den mit dieser articulirenden Stiel. DUGÈS (10, p. 39 ff.) kennt ebenfalls die das For. ovale verschliessende Knorpelscheibe als einen mit dem Stiel gelenkig verbundenen Theil, ja er weiss sogar, dass ein Theil des M. occipito-subscapularis sich an jener Knorpelscheibe befestige. Auch der Proc. superior ist ihm bekannt, dagegen beruht wohl die Angabe, dass sich zwischen dem äusseren und mittleren Abschnitte der Columella ein Gelenk finde, auf Täuschung. (Ich habe ganz alte Thiere nicht untersucht; es wäre ja denkbar, dass hier eine Band-Verbindung sich ausbildet, doch wird sie von keinem Autor sonst erwähnt.)

Im ganzen genau sind die Verhältnisse von PARKER erkannt. Auch PARKER hat (32, p. 170, 171, von den Fig. bes. Pl. IX Fig. IV) das Operculum scharf von der Columella unterschieden, und erkannt, dass das proximale Ende der letzteren den vorderen Abschnitt der „fenestral or stapedial fossa“ (p. 184) verschliesst, während die Fenestra ovalis selbst durch das von der Columella getrennte Operculum abgeschlossen wird. Die HUXLEY-PARKER'sche Nomenclatur (cf. PARKER p. 170) habe ich absichtlich vermieden. Nach ihr heisst das Operculum „Stapes“, und die einzelnen Theile der Columella: Inter-, Medio-, Extra-, Supra-Stapediale. Soweit mir bekannt ist, sind diese letzteren Bezeichnungen, mit Ausnahme des „Interstapediale“, von HUXLEY zuerst für die Theile der Columella bei den Reptilien (Sphenodon) angewendet und von hier aus erst auf die Frosch-Columella übertragen worden. Für die wirkliche Homologie der so gleichbenannten Theile ist bisher aber ein Beweis schlechterdings nicht erbracht worden, vielmehr waren es offenbar rein äusserliche Aehnlichkeiten, aus denen die Berechtigung für jene Uebertragung der Namen geschöpft wurde. Die Kürze und Bequemlichkeit der Ausdrücke konnte gegenüber dem Nachtheile, dass sie etwas praejudicirten, was nicht bewiesen war, nicht in Betracht kommen.

Bei HASSE (22, p. 383) und RETZIUS (40, p. 205) wird das Operculum nicht als besonderer Theil beschrieben. Nach HASSE wird das Vorhofsfenster, „durch die dritte Abtheilung der Columella, einer keulenförmigen, knorpeligen Verdickung derselben verschlossen“. „Diese ist der Basis stapedis et columellae anderer Wirbelthiere homolog, lagert sich aber nicht, wie es noch bei den Schildkröten zu sehen, in das Foramen vestibulare, sondern liegt demselben blos an, weit über die Peripherie desselben nach allen Richtungen hinüberragend.“

Im Grunde dieselbe Auffassung findet sich bei RETZIUS. Die Abbildung auf Taf. XXXIV (Fig. 13) stellt jedenfalls nur die Columella dar, das mit c bezeichnete Stück kann nur die Pars interna allein sein, und die Erklärung (Tafel-Erklärung), dass es die Fossa fenestrae ovalis und somit auch die Fenestra ovalis selbst decke, ist nicht zutreffend. Ausserdem haben in Folge der Isolation und Herausnahme der Columella die

einzelnen Theile ihre natürliche Lage verloren. Der lange mit a‴ bezeichnete Fortsatz kann nur der Proc. superior sein, erhält also erst dann seine ihm zukommende Stellung, wenn man das ganze äussere Stück a′ um den kurzen Hals a″ nach abwärts gebogen denkt. Die Biegsamkeit dieses Halses erwähnt RETZIUS selbst (p. 205). Mit Rücksicht darauf, dass die RETZIUS'sche Abbildung auch anderwärts, so in ECKER-WIEDERSHEIM's Frosch-Anatomie, Aufnahme gefunden hat, hielt ich es für nicht überflüssig, auf diese Fehler hinzuweisen.

COPE (8) ist jedenfalls darüber im Klaren, dass das Operculum eine Bildung per se ist, die nicht continuirlich mit der Columella zusammenhängt. Die Schilderung und Abbildungen, die er von letzterer giebt, sind mir nicht ganz verständlich; da er die knöcherne „Pars media“ mit der knorpeligen „Pars interna“ zusammen als „Interstapediale“ bezeichnet, so bleibt mir unklar, was sein „Meso-“ und „Epi-Stapediale“ ist; für eine Trennung der Pars externa in zwei Abschnitte vermag ich keinen Grund einzusehen. Hervorgehoben sei, dass COPE einen M. stapedius beschreibt und auch abbildet, der am Operculum angreift. Ueber seinen Ursprung findet sich keine nähere Bemerkung. Die Schilderung, die VILLY (53) von dem schallleitenden Apparate der Frösche giebt, ist im wesentlichen zutreffend; seine Ergebnisse in betreff der Entwickelung jener Theile erwähne ich weiter unten.

Die Entwickelung der Theile des schallleitenden Apparates bei Fröschen ist noch keineswegs ein besonders sorgfältig bearbeitetes Gebiet, wie man vielleicht vermuthen könnte angesichts der grossen Literatur, die schon über die Gehörknöchelchen im allgemeinen und ihre Homologieen bei den einzelnen Wirbelthier-Klassen besteht. Auffallenderweise ist gerade in diesen wichtigen Fragen von der Erforschung und Benutzung embryologischer Thatsachen nur zu sehr und zu oft abgesehen und alle Erkenntniss von der vergleichenden Betrachtung allein erwartet worden. Die Herbeiziehung der Entwickelungsgeschichte hätte hier vor manchen Irrthümern bewahren können.

Thatsächlich ist denn auch der Forscher, dem wir die ersten genaueren Angaben über die Entwickelung jener Theile verdanken, RATHKE, bereits zu einer richtigen Auffassung der Verhältnisse gelangt. Bei ihm heisst es (37 p. 119, für Rana paradoxa): „Uebrigens muss ich noch bemerken, dass das Operculum, wie es mir geschienen hat, eigentlich nur ein losgetrennter Theil des Schläfenbeines, nicht aber ein ganz neu entstandenes Gebilde ist“; und weiter schildert R. die Anlage der Columella (p. 120) als einen harten, kurzen und meist nur schwer aufzufindenden Faden, „der von dem vorderen Theile des auf dem ovalen Fenster aufliegenden Deckels, in horizontaler Richtung — — — zum Quadratknochen hinläuft, jedoch ihn nicht ganz erreicht. An dem Deckel, mit dem er fest zusammenhängt, ist er am dicksten und wird nach vorne hin etwas dünner. Dieserhalb ist es wohl keinem

Zweifel unterworfen, dass der beschriebene Faden seinen Ursprung von dem Deckel genommen hat.“ Und in einer Anmerkung (p. 121) macht RATHKE den sehr wichtigen Zusatz: „Nach dem, was ich über die Bildung der Gehörknöchelchen des Frosches angegeben habe, können diese Theile keineswegs, wie HUSCHKE [1]) vermuthet hat, die Ueberreste der Kiemenbogen sein“. Die obige Angabe ist nur dahin zu berichtigen, dass jener „Faden“, nachdem er verknorpelt ist, nicht continuirlich mit dem Operculum zusammenhängt, und dass er nicht eigentlich von diesem aus, sondern direct von dem Verschluss-Gewebe des Foramen ovale entspringt.

Sehr bestimmt spricht sich auch REICHERT (39 p. 45) darüber aus, dass das Operculum nur ein Theil der Ohrkapsel sei; er stellt sich vor, dass es sich aus der übrigen Masse herausgelöst habe. Doch hält er es für wahrscheinlich, dass bei Rana fusca und den anderen Anuren, bei denen sich Gehörknöchelchen finden, diese aus der oberen Abtheilung des zweiten Visceralbogens entstehen (p. 70).

Ebenso wie REICHERT bringt auch PARKER (32) das Operculum und die Columella genetisch in einen Gegensatz zu einander: das Operculum ist ihm ein „periotic segment“, gehört zur Ohrkapsel, dagegen stammt die Columella vom Hyoid. Die Angabe über die Entstehung des Operculum lautet in PARKER's erster Arbeit (32 p. 157) dahin, dass die Ohrkapsel erst eine Zeit lang völlig knorpelig bestehe und dann erst das Operculum sich aus ihr herauslöse (also wie es REICHERT annahm und auch WIEDERSHEIM 58 p. 500 für die Urodelen beschrieben hat). Diese Angabe wird in der zweiten Arbeit (33 p. 621) für Bufo dahin berichtigt, dass das Operculum als ziemlich spät auftretende Verknorpelung des Gewebes entstehe, das die Fenestra ovalis verschliesst. Die Bildung dieser Fenestra selbst ist unverständlich. Im Uebrigen erklärt PARKER auch hier noch (33 p. 622 Anm.): „I yet hold, most tenaciously, to my old view as to the homologies of the parts; namely, that the „stapes“ is a periotic, and the whole, complex „columella“ a hyoidean element“.

Ohne weitere Prüfung findet sich die Ansicht, dass die Columella zum Hyoidbogen gehöre, die wohl ursprünglich auf REICHERT zurückzuführen ist, von einer Anzahl Autoren übernommen, die daraufhin gelegentlich der Betrachtung der Gehörknöchelchen im allgemeinen Hypothesen über die Homologieen aufstellen. (Columella = Hyomandibulare oder = Hyomandibulare + Symplecticum.) Auffallend ist mir, dass selbst in einer neueren zusammenfassenden Arbeit von GADOW (15) die Columella mitsammt dem Operculum bei Urodelen und Anuren als Hyomandibulare bezeichnet wird; GADOW scheint demnach die

[1]) Die hier angeführte Arbeit von Huschke konnte ich nicht erlangen.

Arbeit Stöhr's, in der die Entstehung des Operculum bei den Urodelen schon so genau geschildert wird, nicht gekannt zu haben.

Cope (8) macht einige sehr kurze, aber in den Thatsachen zutreffende Bemerkungen über die Bildung der Columella. Er hat zuerst darauf aufmerksam gemacht, dass der äussere Theil der Columella (sein „Epistapediale") eine selbständig verknorpelnde Bildung darstelle, der übrige Theil aber von der Ohrkapsel aus verknorpele. Leider giebt er keine genaue Schilderung. Ein merkwürdiger Widerspruch findet sich in den Bemerkungen Cope's über die Homologie der einzelnen Columella-Abschnitte (p. 304, 305). Nachdem er zunächst aus den embryologischen Untersuchungen folgert, dass die Gehörknöchelchen der Anuren von der Discussion über die Homologie derer bei den Säugern auszuschliessen sind, kommt er gleich darauf durch den Vergleich mit den Ganocephalen und Rhachitomi zu der Ansicht, dass das Interstapediale den proximalen, abgetrennten Abschnitt des Hyoid-Bogens repräsentire und dem Incus der Säuger homolog sei. Zudem hält er es für wahrscheinlich, dass sein „Epistapediale" zum Quadratum gehöre, mithin dem Malleus der Säuger entspreche.

Dass in den bekannten Arbeiten von P. Albrecht (2, 3) über diesen Punkt auch die Gehörknöchelchen der Anuren zur Sprache kommen, ist selbstverständlich; eine Auskunft über ihre Entwicklung und Natur erhalten wir darin nicht.

Erst in neuester Zeit ist die Entwickelung des schallleitenden Apparates bei den Anuren mit zureichenden Mitteln untersucht worden: von Villy (53) und Killian (28). Beide kommen zu dem Schluss, dass weder der Mandibular- noch der Hyoid-Bogen irgend etwas mit der Columella zu thun habe, sondern diese allein von der Ohrkapsel ihren Ursprung nehme.

Hinsichtlich des Haupt-Abschnittes der Columella zu demselben Ergebnisse gelangt, werde ich nur in betreff der Pars externa, die von Cope für wahrscheinlich gehaltene Abkunft vom Quadratum als immerhin möglich bezeichnen müssen.

I. Entwickelung des Operculum und der Columella.

Am schallleitenden Apparate sind zu unterscheiden:

1) Die Verschlussplatte des For. ovale, „Operculum";
2) der sich daran anschliessende Knorpelstab, „Columella", dessen distales Ende mit dem Trommelfell in Verbindung tritt, dessen proximales Ende bindegewebig mit dem Operculum vereinigt ist, und der durch Verknöcherung seines mittleren Drittels in drei Abschnitte zerfällt, die Theil I, Stad. IV genannt wurden.

In der Entwicklung geht das Operculum der Columella voraus; es bildet sich noch mitten während des Larvenlebens, während die Columella erst zur Zeit der Metamorphose auftritt, und selbst nach Beendigung derselben noch keineswegs fertig ausgebildet ist.

Schon auf dem zweiten von mir genauer geschilderten Stadium, von 29 mm Gesammtlänge, zeigen sich in dem Gewebe, welches das Foramen ovale verschliesst („Operculargewebe“) die ersten Spuren der Verknorpelung, indem die mittleren Partien einen leicht violetten Grundton erhalten (Fig. 17) — die ersten Andeutungen auftretender Grundsubstanz. Diese stehen weder mit dem oberen noch mit dem unteren Umfang des For. ovale in unmittelbarem Zusammenhang, sondern treten selbstständig in dem Opercular-Gewebe auf.

Bei Larven von 31 mm finde ich das Operculum bereits verknorpelt, hinten schliesst es mit dem hinteren Rande des For. ovale ab, vorn erreicht es den vorderen Rand dieses Foramen nicht. Diese Thatsache muss besonders betont werden: das Operculum verschliesst nur den hinteren, allerdings bei weitem grössten Theil des For. ovale, und lässt vorn eine nur häutig geschlossene sichelförmige Lücke übrig. In dieser Lücke bildet sich später die „Columella“ (Fig. 21).

Der untere Rand des Operculum liegt von vornherein etwas einwärts vom unteren Rande des For. ovale, zugleich aber von ihm durch eine ziemlich breite Spalte getrennt (Fig. 21), der obere Rand stösst an den unteren Umfang des äusseren Bogenganges, da wo dieser untere Umfang in den inneren übergeht (Fig. 17, 29). An keiner Stelle seines Randes ist das Operculum von vorneherein knorpelig mit der Ohrkapsel verbunden, sondern überall nur bindegewebig. Doch tritt — eine auffallende, aber an verschiedenen meiner Serien zu constatirende Thatsche — eine solche knorpelige Verbindung, und zwar eine Strecke weit am oberen Rande, vorübergehend auf. Ich finde sie bei Larven kurz vor Durchbruch der vorderen Extremitäten (ganze Länge 42 mm, davon Länge des Ruderschwanzes 26 mm, hintere Extremitäten sehr gross und kräftig, am Körper macht sich die Trennung von Kopf und Rumpf bemerkbar.) Auch auf meinem III. Stadium ist sie noch vorhanden. Nach der Metamorphose liegt der obere Rand des Operculum dem unteren Umfange des äusseren Bogenganges zwar sehr enge an, ist aber mit ihm nur durch eine sehr schmale Lage faserigen Gewebes verbunden.

Die Bildung der Columella beginnt, nachdem das Operculum bereits fertig verknorpelt ist und die Metamorphose anhebt, also zu einer Zeit, wo das Hyoid noch schlechterdings keine Beziehung zur Labyrinthregion hat, sondern in der vorderen Orbitalregion noch mit dem Quadratum articulirt.

Wie oben besonders hervorgehoben wurde, bleibt bei der Verknorpelung des Operculum zunächst ein vorderer sichelförmiger Ab-

schnitt des For. ovale frei, d. h. nur häutig geschlossen. In diesem Verschluss-Gewebe nun finde ich zuerst bei Larven von c. 39 mm Länge (mit kräftigen hinteren Extremitäten), einen selbstständigen Knorpelkern auftreten. Ohne mit dem Operculum oder der Ohrkapsel anders als bindegewebig verbunden zu sein, liegt das kleine Knorpelstückchen dicht unter dem unteren Umfange des äusseren Bogenganges und über dem nach vorn abfallenden oberen Rande des Operculum (Fig. 21). Dieses zuerst auftretende Knorpelstück ist die spätere Pars interna columellae.

Ein weiterer Fortschritt zeigt sich in meinem III. Stadium. Die bemerkenswerthesten Veränderungen sind folgende:

Der vorher rundliche Knorpelkern hat sich sowohl nach hinten wie nach vorn weiter ausgedehnt und so die Form eines kleinen Knorpelstabes angenommen. Mit seinem hinteren Ende hat er sich dabei an die concave Innenseite des vordersten Theiles des Operculum geschoben; sein vorderes Ende aber ist, unter geringer Abbiegung nach aussen, über das Gebiet des For. ovale hinaus nach vorn gewachsen. Zudem aber hat der Stab eine knorpelige Verbindung mit dem unteren Rande des For. ovale vor dem Operculum erlangt, — durch die „Crista praeopercularis“ — und giebt sich dadurch noch besonders als zur Ohrkapsel gehörig zu erkennen (Fig. 28, 29). Das vordere Ende der noch sehr kurzen Columella liegt jetzt in geringer Entfernung vor dem For. ovale, medial neben der Thymus, und in unmittelbarer Fortsetzung des Knorpels erstreckt sich ein dichter Gewebszug, Lig. suspensorio-columellare, bis an den hinteren äusseren Umfang des Quadratum. Direct über diesem Lig. vereinen sich der R. hyomandibularis des Facialis und der R. communicans des Glossopharyngeus, und der aus der Vereinigung hervorgehende Nerv tritt über das Ligament hinweg nach aussen. Am hinteren äusseren Umfange des Quadratum verliert sich das Ligament im umgebenden Gewebe, dorsal und etwas lateral vom Anfangstheil der Tuba Eustachii, die kurz davor das Quadratum erreicht (cf. Annulus tympanicus).

Unmittelbar nach der Metamorphose (nach völligem Schwunde des Schwanzes) hat sich nun das Bild wesentlich geändert; einmal ist die Verknorpelung noch weiter in dem Lig. suspensorio-columellare nach vorn vorgedrungen (Fig. 40), und ferner hat der noch nicht verknorpelte Theil eine ganz besondere Beziehung zur Tube eingenommen.

Die ganze hintere Partie des Quadratums, zu der vorher das Lig. suspensorio-columellare in Beziehung stand, ist zerstört und der frühere Quadrat-Körper selbst hat sich jetzt an die Crista parotica angelegt (cf. p. 348 und Fig. 40). Von der Befestigungsstelle an dieser steigt er senkrecht herab. Mit dem Quadratum ist aber auch die Anlage des Annulus tympanicus, sowie der von ihm umkreiste Tuben-Abschnitt nach hinten gerückt; die Tube, die vorher einen nach vorn gerichteten

Verlauf hatte und sich bis in die vordere Orbitalregion erstreckte zieht jetzt fast rein transversal nach aussen und ihr blindes Ende liegt, umschlossen von dem viertelkreisförmigen Annulus tympanicus (Fig. 42) im Gebiete der vorderen Labyrinthregion. Dorsal über sie hinweg bis an den äusseren Umfang ihres blinden Endes zieht jetzt in unmittelbarer Fortsetzung der kurzen knorpeligen Columella der verdichtete Gewebsstrang, der nach seinen früheren Beziehungen als Lig. suspensorio-columellare bezeichnet wurde. Der distale Abschnitt dieser Anlage, der etwas schärfer begrenzt ist, als der mittlere, liegt, wie schon bemerkt, aussen vom blinden Tuben-Ende, d. h. ziemlich subcutan, umzogen vom Annulus tympanicus, und da wo sie unterhalb der Crista parotica wegzieht, macht sich bereits die Anlage des zu dieser Leiste hinstrebenden „Proc. superior columellae" bemerkbar. Dieses Stadium ist nun so ungemein wichtig, weil hier die Frage entschieden werden muss: Ist wirklich der ganze Gewebszug, dessen distales Ende jetzt bis unter die Haut am äusseren Tubenumfang reicht, nur das frühere Lig. suspensorio-columellare, oder ist noch eine neue Anlage hinzugekommen? Dass dies keine müssige, sondern sehr wichtige Frage ist, ergiebt sich aus einer Beobachtung, die man im weiteren Gange der Verknorpelung machen kann.

COPE (8) hat zuerst beschrieben, dass der äusserste Abschnitt der Columella, um den sich später das Trommelfell bildet, für sich selbständig verknorpelt, und dass der im Lig. suspensorio-columellare centrifugal vorschreitende Knorpel sich erst secundär mit diesem Aussenstücke verbindet. An diese Beobachtung hat er (p. 305) eine Vermuthung geknüpft, die er zwar nicht für bewiesen, sondern nur für möglich hält, die aber, wenn sie sich als richtig herausstellte, die ganze Frage von der Homologie der Gehörknöchelchen aufs Neue sehr compliciren würde: da jener äussere Theil der Columella in der Nähe des Quadratum liege, so stamme er möglicherweise von diesem ab und sei vielleicht dem Malleus der Säuger zu homologisiren.

Hierzu muss ich nun bemerken, dass ich in der That die COPE'sche Beobachtung von der selbständigen Verknorpelung der Pars externa an einigen meiner Serien bestätigt sehe. Ich gestehe offen, dass ich erst nach Lesen der COPE'schen Arbeit bei einer speciell darauf gerichteten Durchmusterung aller Serien den Befund machte.[1]) Das ist aber leider bisher auch Alles, was ich noch feststellen konnte, dagegen bin ich über die Bedeutung der Thatsache bisher noch nicht ins Klare gekommen.

Dass die Anlage jener Pars externa columellae nicht etwa an Ort und Stelle, also erst in der Labyrinthregion vom Quadratum aus er-

---

[1]) Daher ist auch in meinem auf der Versammlung der anatomischen Gesellschaft in Wien 1892 gehaltenen Vortrag noch nichts davon erwähnt.

folgt, lässt sich sicher behaupten; eine andere Möglichkeit war jedoch nicht a priori von der Hand zu weisen: dass sich nämlich der äusserste Theil der Columella differenzirt aus der gleichen Anlage wie der Annulus tympanicus.

Diese macht sich, wie an anderer Stelle gezeigt ist, bei Larven von c. 12 mm bemerkbar als Wucherung vom Quadratum aus, seitlich vom vordersten Abschnitt des Processus muscularis, und bildet um das blinde Tuben-Ende herum, das jetzt noch in jener Gegend liegt, eine dichte Ansammlung von Zellen, aus der erst während der Metamorphose die Anlage des Annulus sich schärfer hervorhebt. Nun rückt mit dem gesammten Quadratum auch das blinde Ende der Tube nach hinten, indem diese selbst in einzelne Stücke zerfällt, die zu Grunde gehen. Es musste also als möglich erscheinen, dass jenes Gewebe, das unmittelbar nach der Metamorphose am äusseren blinden Umfang der Tube als Pars externa columellae verknorpelt, mit der Tube aus der vorderen Orbitalgegend nach hinten gerückt sei und sich mit dem nach Zerstörung des hinteren Quadrat-Abschnittes frei gewordenen distalen Ende des Lig. suspensorio-columellare verbunden habe. —

Bestätigt gefunden habe ich diese Annahme bisher nicht. Verlangen müsste man offenbar, dass sich, schon während das Quadratum im Zurückweichen begriffen ist, eine deutliche circumscripte Anlage am blinden Tuben-Ende erkennen lasse. Das war mir aber bisher nicht möglich; scharf umgrenzt finde ich die Anlage der Pars externa columellae erst, wenn sie verknorpelt, und dann steht sie schon mit dem früheren Lig. suspensorio-columellare in Verbindung und es lässt sich nichts Triftiges anführen, das verhinderte, sie nur als den distalen Abschnitt jenes Ligaments zu betrachten. Wie vor der Metamorphose das Ende des Ligaments am Quadratum noch im vorderen Gebiet der Labyrinthregion lag, so jetzt die Anlage der Pars externa; die ganze Länge des knorpelig-bindegewebigen Zuges von der Ohrkapsel an ist auch, soweit sich das beurtheilen lässt, dieselbe geblieben, und was die Lage zur Haut anlangt, so lag zwar die Befestigungs-Stelle am Quadratum etwas mehr in der Tiefe, aber zwischen ihr und der Hautoberfläche befand sich nur der N. hyomandibularis und im übrigen indifferentes Gewebe.

Die Stadien, auf die es ankommt, und die mir gerade fehlen, liegen zwischen dem in Fig. 38 und Fig. 40 dargestellten. Die Weiterbildung erfolgt in dieser späten Zeit der Metamorphose so rasch, dass ein gut Theil Glück dazu gehört, verschiedene, an einander schliessende Zustände zu Gesicht zu bekommen. Ich will demnach die Möglichkeit, dass doch vielleicht die Pars externa columellae zum Quadratum gehört, offen lassen, und hoffe recht bald etwas Definitives darüber berichten zu können.

Um für den Augenblick keinen Zweifel über meine Stellung zu der Frage zu lassen, resumire ich mich dahin, dass jedenfalls der bei Weitem grösste Theil der Columella durch Verknorpelung des früheren Lig. suspensorio-columellare entsteht, dessen distales Ende nach Zerstörung des hinteren Quadrat-Abschnittes seine Beziehung zu diesem verlor, danach in ein engeres Verhältnis zu der Tube trat und mit der Verlaufsänderung dieser ebenfalls nach der Haut abgelenkt wurde. Ob die Pars externa, die einen selbstständigen Knorpelkern erhält, auch schon in der Anlage etwas Verschiedenes ist, ist noch weiter zu prüfen. —

Das übrige lässt sich nun rasch erledigen. Die Pars externa verbindet sich sehr schnell knorpelig mit dem von der Ohrkapsel aus verknorpelnden Abschnitt [1]) und nach dieser Vereinigung verknorpelt auch sehr bald jener Gewebszug, der aufwärts zur Crista parotica aufsteigt (Proc. superior columellae, Fig. 42. Col. s.), und zwar zu jenem Theile der Crista, der schon dem Quadratum angehört. Diese Verbindung bildet sich neu; dass sie etwa nur ein Rest der früheren Verbindung mit dem Quadratum sei, lässt sich nicht feststellen; es sind ja auch die Partien des Quadratums, bis zu denen das Lig. suspensorio-columellare früher reichte, jetzt ganz zerstört und ein Abschnitt, der früher viel weiter vorn lag, ist mit der Crista parotica verbunden.

Ich habe natürlich auch die Möglichkeit in Betracht gezogen, dass dieser Proc. superior columellae vom Quadratum stamme, aber auch dies erwies sich als unbegründet. Die Anlage wird von der Columella aus deutlich und verknorpelt auch im Anschluss an sie; nur eine kurze Strecke weit schiebt sich auch vom Quadratum her Knorpel in sie ein.

In das Trommelfell wächst die Pars externa columellae von oben her hinein, — diesen Process, sowie die Bildung des Trommelfelles selbst, habe ich nicht mehr verfolgt.

Es sei nur noch erwähnt, dass mit der Stellungsänderung des Quadratums auch die Columella immer mehr in eine rein transversale Lage aus der ursprünglichen, nach vorwärts gerichteten, gedrängt wird (vergl. Fig. 40 mit 42).

Die definitive Form der Columella habe ich oben so ausführlich beschrieben, dass ich hier nur auf jene Schilderung zu verweisen brauche.

Der Proc. sup. (Fig. 42. Col. s.) ist auch auf meinem IV. Stadium noch durchweg knorpelig, später stellt er einen knorpeligen Fortsatz der Columella dar, der nur fibrös mit der Crista parotica verbunden ist. In gleicher Weise wandelt sich auch die knorpelige Verbindung

---

[1]) Daher haben KILLIAN (28) und VILLY (53) die selbstständige Verknorpelung überhaupt nicht zu Gesicht bekommen.

der Pars interna col. („Pseudoperculum“) mit dem unteren Rande der Fovea fenestrae ovalis zu einer nur bindegewebigen Befestigung um.

Kurz berührt sei hier noch einmal die interessante Bildung der „Fovea fenestrae ovalis“. Es bleibt nämlich nicht die ganze Fenestra, wie wir sie (Fig. 21) beim Auftreten der ersten Columella-Spuren fanden („secundäres Foramen ovale“: ungefähr das Gebiet der Aussenwand einnehmend, das, auf die Innenwand bezogen, vom Vorderrande des For. acusticum bis zum Vorderrande des For. perilymphaticum sup. reicht), als Oeffnung bestehen, sondern die vordere Hälfte wird noch verschlossen. Dieser Verschluss geschieht durch eine senkrechte Wand, die im Anschluss an den Vorderrand des secundären For. ovale nach hinten wächst, doch so, dass zwischen der Pars interna columellae und ihr ein Raum bleibt. Ja, die Ausdehnung dieser Wand geht sogar nach hinten zu noch an die mediale Seite des Operculum, auch zwischen diesem und sich selbst einen schmalen Raum lassend (Fig. 42, 43, 44). In diesem Raum, der hinten mit dem Ohrkapselraum zusammenhängt, und der, wenn man das Operculum und die Pars interna columellae wegnimmt, als flache Grube an der äusseren Ohrkapselfläche erscheint (Fig. 41), liegt der Ductus fenestrae ovalis von Retzius. Im hinteren Abschnitt der Grube öffnet sich das bedeutend reducirte „definitive“ Foramen ovale; jener ist dadurch entstanden, dass der ursprüngliche untere Rand des For. ovale aussen vom Operculum in die Höhe gewachsen ist. Die Pars interna columellae deckt als ein „Pseudoperculum“ den vorderen Theil der Fovea fenestrae ovalis, das wahre Operculum allein deckt das definitive For. ovale, ragt aber über dessen Ränder, besonders den vorderen, hinaus.

Zusammenfassung.

Bei der ersten Anlage der Ohrkapsel wird von dieser und der Basalplatte eine grosse Lücke begrenzt: das primäre Foramen ovale. Dieses primäre For. ov. verkleinert sich im Laufe der Entwickelung zunächst auf ein secundäres Foramen ovale. In dem Verschlussgewebe des secundären For. ov. treten auf

1) das Operculum,
2) die Pars interna columellae.

Das Operculum ist eine selbständige Verknorpelung des Gewebes, das den grösseren hinteren Abschnitt des secundären For. ovale verschliesst. Dieselbe findet schon ziemlich früh statt (Larven von ca. 30 mm).

In dem vorderen sichelförmigen Abschnitt des secundären Foramen ovale, der vom Operculum frei gelassen ist, entsteht als selbständige

Verknorpelung die Pars interna columellae, die aber bald in knorpeligen Zusammenhang mit dem unteren Rande des Foramen tritt. Die Verknorpelung beginnt erst gegen das Ende der Metamorphose und folgt dem Zuge dichteren Gewebes, der sich vom For. ovale zum Quadratum erstreckt (Lig. suspensorio-columellare). Durch die Stellungsänderung des Quadratums, die mit einer Zerstörung seiner hinteren Abschnitte beginnt, gelangt das distale Ende dieses Gewebszuges in engere Beziehungen zur Tuba Eustachii und wird von dieser zur Haut abgelenkt. Die Verknorpelung des äussersten Theiles erfolgt etwas früher, bevor die im übrigen Abschnitte des Ligamentes centrifugal vorschreitende bis hierher gedrungen ist. Die Möglichkeit wenigstens ist offen zu lassen, dass diese Pars externa vom Quadratum abstammt. Zwischen der Pars externa columellae und dem Theil der Crista parotica, der genetisch zum Quadratum gehört, tritt eine secundäre Verbindung durch den Proc. superior columellae auf.

Bei dem ersten Auftreten der Columella befindet sich das Hyoid noch in der vorderen Orbitalregion in Verbindung mit dem Quadratum; es hat zur Columella-Bildung durchaus keine Beziehungen.

Nach der Metamorphose findet eine Verengerung des „secundären" Foramen ovale auf ein „definitives" For. statt, das nur ungefähr der hinteren Hälfte des secundären entspricht. Der vordere Abschnitt des secundären For. ovale wird in eine Grube verwandelt, in der der Ductus fenestrae ovalis (RETZIUS) liegt, und die von der Pars interna columellae (Pseudoperculum) ebenso bedeckt ist, wie das Foramen ovale selbst vom wahren Operculum.

2. Allgemeine und vergleichende Bemerkungen.

In vergleichend anatomischer Hinsicht wäre natürlich gerade über dieses Kapitel sehr viel zu sagen, indessen liegen darüber zwar sehr viel Hypothesen, aber nur sehr wenige brauchbare Beobachtungen vor und zudem bin ich selbst für die Columella der Anuren wieder in Zweifel hinsichtlich ihrer Zusammensetzung gerathen (s. oben). Ich halte es daher gerade hier für nothwendig, möglichst vorsichtig mit Deutungen zu sein und werde mich auf sehr Weniges beschränken.

Zunächst sei auf eine kleine Differenz in der Bildung des Operculum bei den Anuren und Urodelen hingewiesen. Wie STÖHR (49, p. 501) zuerst beschrieb, verknorpelt das Operculum bei den Urodelen vom vorderen Umfange des Foramen ovale aus, geradezu als ein Fortsatz dieses vorderen Umfanges, beim Frosch dagegen tritt der Knorpel ohne Beziehung zu dem Umfang des For. ovale selbstständig im Opercular-Gewebe auf, und erst später lässt sich vorübergehend ein knorpeliger Zusammenhang mit dem hinteren oberen Rande

nachweisen. Ich erwähne diese Differenz nur; ein besonderes Gewicht wird man ihr nicht beilegen können. Bei den Urodelen erscheint nur die ursprüngliche Zugehörigkeit des Operculums zur Ohrkapsel noch deutlicher ausgedrückt.

Was dann die Columella der Anuren betrifft, so wird man wohl nicht fehlgehen, wenn man sie, mindestens zum grössten Theil, als verknorpeltes Ligamentum suspensorio-columellare (Lig. susp.-stapediale) der Urodelen auffasst, das ja auch bei diesen schon hin und wieder knorpelig wird (Menopoma z. B.) mit der Maassnahme, dass es beim Frosch infolge der veränderten Stellung des Quadratum mit seinem distalen Ende zur Haut abgelenkt wird. Doch muss an die Thatsache erinnert werden, dass bei den Anuren die Columella gar nicht continuirlich knorpelig mit dem Operculum zusammenhängt, sondern eine selbständige davor gelegene Bildung ist, an der sich auch wieder eine besondere Deckplatte, ein „Pseudoperculum“, ausbildet. Dagegen erscheint auf den Abbildungen bei WIEDERSHEIM (58) die „Columella“, wo eine solche vorhanden ist, (z. B. Amphiuma, Menopoma) immer als directer Fortsatz des Operculum, diesem central aufsitzend. Hier bleibt also ein Punkt, der noch der Aufklärung bedarf, wenn ich ihm auch kein sehr grosses Gewicht beilegen möchte. Vielleicht ist das Verhalten bei Salamandra geeignet, Licht in die Frage zu bringen; nach WIEDERSHEIM (58 p. 504) ruht hier die „Columella“, (i. e. das Operculum) „in dem von zwei dicken wulstigen Lippen eingefassten Foramen ovale. Diese Lippen nun ziehen sich nach vorn und aussen in einen dünnen Knorpelstiel aus und dieser hängt mit der Cartilago quadrata zusammen, gewiss eine merkwürdige Variation der oben geschilderten Verhältnisse.“ Nach der oben gegebenen Entwickelung der Columella bei den Anuren könnte man auch hier das Verhältniss so auffassen, dass sich die untere vordere Lippe, die das Foramen ovale umfasst, „in den Knorpelstiel der Columella auszieht“. Leider konnte ich Salamandra bisher noch nicht selbst untersuchen und bei dem mir zu Gebote stehenden Triton taeniatus vermochte ich etwas Aehnliches nicht zu finden. Interessant ist mir mit Bezug auf diesen Punkt noch, aus der Fig. 7 bei GADOW (15, Pl. 71) zu ersehen, dass bei Menobranchus das Lig. suspensorio-columellare (GADOW's hyomandibulo-quadrate-ligament l. c. p. 461) nicht die unmittelbare Fortsetzung jener kleinen „Columella“ ist, sondern vor derselben von der Platte des Operculum selbst, und wie der Text hinzusetzt „with a few fibres from the cranium“ entspringt.

Es zeigt sich jedenfalls, dass selbst bei den Urodelen hier mannigfache Variationen vorkommen, die bei dem Vergleich mit den Anuren und weiterhin mit den Reptilien in Betracht gezogen werden müssen.

Schon dieser Vergleich des schallleitenden Apparates der Reptilien mit dem der Anuren stösst auf Schwierigkeiten. Es geht jedenfalls

nicht an, wie von vielen Seiten geschehen ist, die Homologie der Columella bei den Reptilien und Anuren a priori vorauszusetzen: das Problem der Gehörknöchelchen-Morphologie bietet viele Seiten dar, die unabhängig von einander behandelt werden können und müssen. Die Aufgabe ist zunächst, festzustellen, von welchen Theilen des Schädels die einzelnen Abschnitte des schallleitenden Apparates ihren Ursprung nehmen; auf Grund des gewonnenen Resultates wird weiterhin erst anzugeben sein, ob und inwieweit die einzelnen schallleitenden Elemente bei den verschiedenen Thieren einander homolog sind, und eine ganz besondere Frage ist es dann noch, inwieweit als homologe Bildung bei den Fischen der als Hyomandibula bezeichnete Skelet-Theil in Betracht kommt. Die Homologie speciell zwischen der Anuren- und Saurier-Columella darf nicht eher gefolgert werden, als bis die Entwickelungsgeschichte die Angaben HOFFMANN's (26) widerlegt hat, dass nur der proximale Theil der Saurier-Columella aus der Ohrkapsel, der distale dagegen vom Hyoid entsteht. Ich kann meinerseits nur bemerken, dass ich auf Grund meiner bisherigen Erfahrungen, die allerdings noch nicht vollständig genug sind, die Richtigkeit der HOFFMANN'schen Angabe, d. h. die Zusammensetzung der Saurier-Columella aus zwei genetisch verschiedenen Theilen (Otostapes und Hyostapes) für wahrscheinlich halte. Dass bei den Sauriern die Verhältnisse doch erheblich andere geworden sind, als sie bei den Anuren waren, scheint mir schon auf Grund des Nervenverlaufes angenommen werden zu müssen. Bei den Anuren überschreitet der Facialis einmal, und zwar in der Richtung von vorn nach hinten, die Columella; bei den Sauriern dagegen, ebenso wie auch weiter bei den Säugern, zweimal, 1. dicht am Cranium in der Richtung von vorn nach hinten, als „Stamm des Facialis", und 2. weiter lateralwärts in der Richtung von hinten nach vorn als „Chorda tympani".

Es kann nicht wohl fraglich sein, dass der Vorläufer der „Chorda tympani" der R. mandibularis des Facialis bei den Amphibien ist. Dieser tritt aber zur Ohr-Columella in gar keine Beziehungen. Sein Verlauf bei den Reptilien bleibt völlig unverständlieh, wenn man ihn nicht in Zusammenhang zu bringen vermag mit Verschiebungen der Skelet-Theile. Dies im Einzelnen zu thun, kann erst bei einer speciellen Bearbeitung des Saurier-Schädels versucht werden.

Die genaue Untersuchung der Verhältnisse bei den Reptilien, und zwar bei allen Ordnungen derselben — denn es ist noch gar nicht bewiesen, dass die „Columella" innerhalb dieser völlig homolog sei — kann dann erst das Verständniss für die Verhältnisse bei den Säugern eröffnen, wo auch der Mandibularbogen sich zweifellos an der Bildung der schallleitenden Elemente betheiligt.

III. Orbital-Region.

In diesem Kapitel soll die Bildung der in der Orbitalregion auftretenden cranialen Skelet-Theile — Boden, Seitenwand, Decke — besprochen werden. Trotzdem es sich dabei um im Grunde sehr einfache Verhältnisse handelt, kommen doch manche Fragen in Betracht, die nicht so ganz kurz abzumachen sind. Ich bemerke, dass die Bildung der Ethmoidalplatte, die eigentlich schon hier zur Sprache kommen sollte, doch erst bei dem Kapitel „Ethmoidalregion" abgehandelt werden wird, im Zusammenhange mit der Bildung der Nasenkapsel.

Literatur.

Wie für alle Theile des Anurenschädels, so verdanken wir auch für die Grundlagen der Orbitalregion, die erste Anlage der Trabekel und ihrer vorderen Verbindungs-Platte, Stöhr die wichtigsten Angaben. Stöhr stellte die paarige Anlage der Trabekel sowie die Bildung der vorderen Trabecularplatte durch secundäre Verschmelzung jener beiden fest (50, p. 85). Die Bezeichnung „Planum trabeculare anticum statt „Internasalplatte" schien mir zweckmässiger, weil die Platte sich nur zwischen kurze Strecken der Choanenabschnitte der Nasensäcke einschiebt. Bei Parker führt die Platte den Namen: „trabecular commissure".

Die weitere Bildung von Seitenwand, Decke und Boden der Orbitalregion findet bei Parker und Goette Erwähnung. Parker sagt nur kurz (32, p. 153), dass die Trabekel „by upward continuous growth of cartilaginous laminae, enclose the fibrous sac" (damit ist wohl der Dural-Sack gemeint), und p. 154: „The outer edges of the trabeculae, also, are growing upwards so as to form a cartilaginous wall outside the fibrous brain-sac." Die Verengung der basi-cranialen Fontanelle, also die Bildung des Bodens, erfolgt nach P. „by the closing-in of the trabeculae and the formation of the commissure" (p. 154). Endlich nimmt P., nach einer Bemerkung auf p. 163 zu schliessen, die Bildung der von mir als „Taenia tecti transversalis" bezeichneten Knorpelspange von den Ohrkapseln aus an. („The cranial roof .... is now roofed-in with an extension forwards of the pterotic cartilage.")

Bei Goette heisst es (p. 630), dass die Seitentheile der vorderen Hirnkapsel im Anschlusse an den Wirbelbogen[1]) gerade aufwärts

[1]) Als „Wirbelbogen" bezeichnet G. die Trabekel. Diese Auffassung darf wohl heute ebenso als historische Erinnerung angeführt werden, wie die Parker's, nach der die Trabekel „the first or preoral visceral arch" waren.

wachsen, und dies wird p. 709 noch dahin präcisirt, dass dieses Wachsthum nur bis zu einem gewissen Grade ganz bestimmt aus den cylindrischen Wirbelbögen hervor stattfände, „da diese sich zusehends abplatten", nicht weniger aber auch durch Anlagerung neuer Bildungselemente an die Ränder jener. Die Angabe, dass ein Theil der Schädelseitenwand vor der Ohrkapsel durch den „Schläfenflügelknorpel" (i. e. den Processus ascendens quadrati) gebildet werde, ist schon von STÖHR zurückgewiesen worden. Die Bildung der von mir als Taenia tect. transvers. bezeichneten Spange bringt GOETTE in Verbindung mit dem „kleinen oder Orbitalflügel-Knorpel" (p. 633), das ist mit jener Partie der Schädelseitenwand, die ziemlich spät entstehend, sich unmittelbar an den vorderen inneren Umfang der Ohrkapsel anlegt (cf. p. 406). Von hier aus soll nach hinten hin der Einfassungs-Saum der Ohrkapsel (Taenia tect. marg.) sich fortsetzen, nach innen aber (p. 634) ein schmaler Knorpelzipfel hervorwachsen, „welcher in querer Richtung unter dem häutigen Schädeldache ... mit dem anderseitigen zu einer queren Brücke zusammenstösst." Von ihrer Mitte aus nach hinten soll, wenigstens theilweise, die Bildung der Taenia tecti medialis erfolgen. Ich kann in dem „kleinen oder Orbitalflügel-Knorpel" GOETTE's eine selbständige Bildung, die einen besonderen Namen rechtfertigte, nicht erkennen, und auch in Betreff der Deckenbildung bin ich zu einer anderen Anschauung gekommen.

I. Entwickelung von Boden, Seitenwand, Decke der Orbital-Region.

Die früheste sehr unvollkommene knorpelige Begrenzung des Schädel-Cavums in der Orbitalregion wird gebildet durch die beiden Trabekel, die hinten mit den Seitentheilen der Basalplatte, vorn mit der „vorderen Trabecularplatte" zusammenhängen und mit diesen beiden Platten zusammen die grosse „basi-craniale Fontanelle" begrenzen (Fig. 1). Genau am unteren äusseren Rande des Schädel-Cavums gelegen, schaffen sie mit ihren schräg nach innen abfallenden Fächen den ersten knorpeligen Abschluss nach abwärts wie nach der Seite, und die Weiterbildung des knorpeligen Bodens wie der Seitenwand geschieht, wenigstens zum grossen Theile, im Anschluss an sie. Im übrigen ist der Boden, wie die das Gehirncavum seitlich und dorsal begrenzenden Wände, häutig; diese Theile befinden sich in dem Zustande, der gewöhnlich als „häutiges Primordial-Cranium" bezeichnet wird.

a. Boden (Solum interorbitale).

Die Veränderungen am Boden, für die mein Stadium I den Ausgang bildet, sind folgende:

1. Im Anschluss an die Ränder der basi-cranialen Fontanelle bildet sich ein knorpeliger Boden, dessen Vollendung erst ziemlich spät (nach der Metamorphose) zu Stande kommt.
2. Eine Zeit lang ist dieser neugebildete Boden von den Trabekeln deutlich abgesetzt, dann aber unterliegt der Knorpel der Trabekeln einer partiellen Resorption, so dass letztere später als besondere Elemente nicht mehr innerhalb des übrigen Knorpels unterscheidbar sind. Ein kurzer Abschnitt der Trabekel geht ganz zu Grunde.

ad 1.

Die Verengerung der basi-cranialen Fontanelle erfolgt zunächst von vorne her und von den Seiten, während ihre Ausdehnung nach hinten hin eine Zeit lang unverändert bleibt. In der Hauptsache bildet sich der knorpelige Boden im Anschluss an die beiden Trabekel-Innenränder, also von beiden Seiten nach der Mittellinie hin vorschreitend. Nur in den vordersten Partieen erfolgt die Verknorpelung zum Theil auch von den mittleren Partieen der vorderen Trabecularplatte nach hinten hin.

Schon auf meinem zweiten Stadium (Fig. 12, 13) ist die Reduction der ursprünglichen basi-cranialen Fontanelle eine beträchtliche, nicht nur in sagittaler, sondern auch, wenn auch nicht so bedeutend, in transversaler Richtung. Ihre Seitenränder werden dann nicht mehr von den Trabekeln selbst, sondern von neu entstandenen dünnen Knorpelleisten gebildet, deren Grenze gegen die ursprünglichen Trabekel durch die Foramina carotica prim. und cranio-palatina bestimmt ist (p. 313). Ich bemerke noch, dass auch hier am Boden durchaus kein Anhalt dafür gefunden werden kann, den neuen Knorpel etwa für einen „Abkömmling“ des Trabekel-Knorpels zu halten, vielmehr handelt es sich auch hier offenbar nur um die Verkorpelung einer vorher schon vorhanden gewesenen häutigen Anlage.

Ein Vergleich des Stadiums III (Fig. 25, 26) mit II ergiebt, dass nun auch eine Verkleinerung der Fontanelle von hinten her erfolgt ist, während vorher (II) das primäre For. caroticum nasalwärts vom Hinterrande der Fontanelle lag, fällt jetzt (III) dieser mit dem Hinterrand des vereinigten Oculomotorius-Carotis-Loches zusammen in dieselbe Frontal-Ebene (Fig. 12—25). Demnach ruht auch jetzt die Hypophyse, die vorher ganz im Bereich der Fontanelle lag, mit ihrer hinteren Hälfte dem knorpeligen Boden auf.

Schliesslich, einige Zeit nach der Metamorphose, hat sich auch diese letzte Lücke geschlossen, so dass das Primordial-Cranium des jungen Frosches in der Labyrinth- und Orbital-Region einen continuirlichen knorpeligen Boden besitzt.

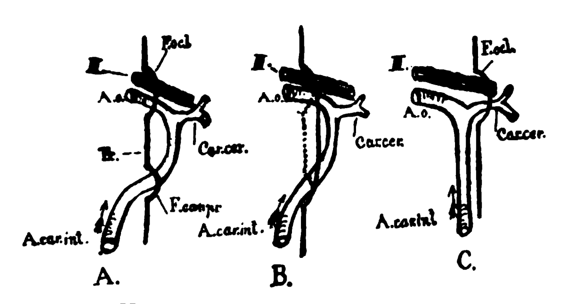
ad 2.

In Bezug auf den zweiten Punkt, das Schicksal der Trabekel, ist Folgendes zu bemerken.

Nachdem der Boden des Primordial-Cranium in grösserer Ausdehnung verknorpelt ist und auch knorpelige Seitenwände aufgetreten sind (bei Larven mit sehr grossem und kräftigem Ruderschwanz, aber noch sehr kleinen hinteren Extremitäten: von 39 mm Gesammt- und 25 mm Schwanz-Länge), zeigen sich an den Trabekeln die ersten Spuren einer regressiven Metamorphose. Wie auch an andern Stellen auseinandergesetzt, leitet sich dieselbe ein durch Verschwinden der färbbaren Grundsubstanz, so dass die den Knorpelhöhlen entsprechenden polygonalen Felder, innerhalb derer die Zellkörper nur sehr undeutlich, die Kerne dagegen scharf begrenzt sichtbar sind, nur durch sehr blass gefärbte Linien von einander abgegrenzt werden.

In dieser Weise „gezeichnet" sind jetzt der Abschnitt des Trabekels jeder Seite, der das primäre Foramen caroticum vom For. oculomotorii trennt, sowie an dem ganzen davor gelegenen Abschnitt bis zur vorderen Trabecularplatte die unteren äusseren Partieen des Trabekels.

Diese Partieen gehen nun in der Folge thatsächlich zu Grunde. Dadurch wird der vordere Theil des Trabekels immer mehr dem Boden und der Seitenwand gleich gemacht, so dass er von diesen später nicht mehr unterscheidbar ist. (In Fig. 26 noch zu erkennen.) Auch der kurze Abschnitt zwischen For. caroticum und For. oculomotorii geht zu Grunde und ist durch alle Stadien der Auflösung zu verfolgen. Das Hauptinteresse, das sich an diese Thatsache knüpft, betrifft das Verhalten der Art. carotis int. (Vergl. nebenstehende Schemata.)



Schemata für den Verlauf der Art. carotis int. im Larvenleben und beim ausgewachsenen Thier. A. Larve. B. Metamorphosen-Stadium. C. Umgewandeltes Thier. A. car. int. Carotis interna. A. o. Art. ophthalmica. Car. cer. Carotis cerebralis. F. car. pr. Primaeres Foramen caroticum. F. ocl. For. oculomotorii. III. N. oculomot. Tr. Trabekel zwischen For. carot. und For. oculomotorii, geht in B. zu Grunde.

Solange der Trabekel noch intact ist (A) betritt die Art. den Schädelraum durch das primäre For. carot. (F. car. pr.), steigt dicht am

Trabekel liegend in die Höhe und verlässt den Schädelraum wieder durch das For. oculomot., um sich in der Orbita als A. ophthalmica (A. o. der Schemata) zu verzweigen. Unmittelbar am For. oculomotorii giebt sie noch den Gehirnast nach innen ab (Car. cer.). Durch die Zerstörung des zwischen jenen beiden Foraminibus gelegenen Knorpels (B.) kommt nun das ursprünglich intracraniell verlaufende Stück des Gefässes in die Orbita zu liegen, und nur der Gehirnast dringt jetzt durch das For. oculomotorii in die Schädelhöhle ein (C.). Den Uebergang hierzu bildet das auf p. 325 geschilderte Verhalten, wo noch ein Zug kernreichen Zerfall-Gewebes den Eintritt der Art. carotis in die Schädelhöhle von ihrer Austritts-Stelle aus derselben trennte. Das am Knorpelschädel entstandene grosse gemeinsame Foramen (Fig. 25) wird weiterhin wieder verkleinert auf ein Foramen, durch welches dicht über einander beim jungen Frosch der N. oculomotorius aus und der Gehirnast der Art. carotis in die Schädelhöhle dringen (Fig. 41; C. der Schemata). Eine secundäre Trennung dieses Foramens in zwei kommt vor (cf. p. 345), scheint aber Ausnahme zu sein.

In den nebenstehenden Schematen habe ich versucht, die Umwandlung klarer zu machen.

Hinsichtlich des Astes der Art. carot. int., der, wie p. 313 geschildert, intracraniell abgegeben wurde und nach seinem Austritt durch das For. cranio-palatinum als Gaumengefäss weiter verlief, kann ich nur bemerken, dass es mir nicht möglich war, ihn bei etwas älteren umgewandelten Fröschen (Stad. IV) aufzufinden. Unmittelbar nach der Metamorphose ist er noch vorhanden, nachher dürfte er obliteriren. Auch das Foramen cranio-pal. ist später nicht mehr zu finden.

b. Seitenwand.

Die ersten Anfänge einer über das Niveau der oberen Trabekelkante sich erhebenden knorpeligen Seitenwand der Schädelhöhle in der Orbitalregion treten jederseits an zwei räumlich weit von einander getrennten Stellen auf (Fig. 1): entsprechend der vorderen und hinteren Verbindung des Quadratums mit dem Trabekel. (Commissura quadrato-cranialis anterior und Proc. ascendens.) Entsprechend dem Ansatz der Commissura quadrato-cranialis sind schon auf meinem ersten Stadium die Seitenränder des hintersten Theiles der vorderen Trabecularplatte etwas nach aufwärts verlängert, und an der Anlagerungs-Stelle des Proc. ascendens ist dies in so bedeutendem Maasse der Fall, dass ein bis zum Niveau des oberen Gehirn-Umfanges reichender Seitenwand-Pfeiler hier besteht. An beiden Stellen ist die Knorpelstructur innerhalb des gesammten Seitenwand-Querschnittes ganz gleichmässig, man kann nicht etwa in dem Trabekel und dem auf ihm befindlichen Wand-Abschnitte verschiedene Gebilde sehen.

Die knorpelige Umschliessung des N. oculomotorius und der Art. ophthalmica, die beide vor dem hinteren Seitenwand-Pfeiler über den Trabekel verlaufen, ist die erste Veränderung, die sich hier vollzieht. Der Knorpel breitet sich von hinten her über sie aus und legt sich vor ihnen an die Innenseite der oberen Trabekelkante an. Bei Larven von 23 mm ist dieses knorpelig begrenzte Foramen gebildet.

Im vorderen Abschnitte der Orbitalregion hat sich gleichfalls die Seitenwand sagittal weiter ausgedehnt. Ihre Bildung bleibt zunächst aber nur auf das Stück des Trabekels beschränkt, mit dem die Commissura quadr.-cran. verbunden ist; nasalwärts reicht sie bis zum N. olfactorius, der später von ihr überwachsen wird. Der N. orbito-nasalis, welcher der häutigen Schädelwand im vordersten Orbital-Abschnitte enge anlag, erzeugt oft bei der Bildung der knorpeligen eine seichte Rinne in derselben, dicht über der ursprünglichen Kante der vorderen Trabekularplatte. Im übrigen ist eine deutliche Grenze zwischen dem ursprünglichen Trabekel und der neu sich bildenden Seitenwand nicht zu erkennen; beide gehen continuirlich in einander über. —

Chronologisch erfolgt jetzt erst die Verbindung des hinteren Seitenwand-Pfeilers mit der Taenia tecti marginalis, die vom Vorderrande der synotischen Decke aus nach vorn sich entwickelt. Alsdann ist das Stadium erreicht, das Fig. 12 darstellt, und auf dem auch noch der grösste Abschnitt der Schädel-Seitenwand nur häutig ist.

Die Bildung der continuirlichen, nur von den Nerven-Löchern durchbrochenen knorpeligen Seitenwand findet nun nicht etwa durch weitere Apposition von Knorpel an die oberen Trabekelränder statt, sondern in eigenthümlicher Weise. Es verknorpelt nämlich zunächst auch hier, in der Orbitalregion, eine „d o r s a l e R a n d s p a n g e“ d. h. ein den obersten Abschnitt der häutigen Seitenwand einnehmender Streifen, der die oberen Theile der vorderen und hinteren Seitenwandpartien mit einander verbindet, und dem der laterale Rand des sehr frühzeitig auftretenden Fronto-parietale aufliegt. So wird während einer kurzen Dauer der Schädel-Entwicklung (Larven von ca. 30 mm) von dem Trabekel, der vorderen und hinteren Seitenwand-Partie und der dorsalen Randspange ein knorpeliger Rahmen gebildet, in dem die häutige Wand befestigt ist. Die Verknorpelung dieser erfolgt alsdann theils im Anschluss an den Trabekel von unten her, theils im Anschluss an die obere Spange. Dabei wird ein sehr kleines Foramen pro N. trochleari und ein sehr viel grösseres For. opticum gebildet. Bei Larven von ca. 37 mm ist die Verknorpelung der Seitenwand vollendet.

Ein wichtiger Vorgang ist dann noch die Verbindung der oberen Hälfte ihres ursprünglich freien Hinterrandes (der „Crista trabeculae“ der Autoren) mit der Ohrkapsel, ein Process, der erst etwas später vollendet ist als die Verknorpelung der gesammten Seitenwand.

Er erfolgt, nachdem die Taenia tecti marginalis der Labyrinthregion sich mit dem oberen Rande der Ohrkapsel verbunden hat (cf. p. 382), theils im Anschluss an diese Leiste, von der aus sich der Knorpel von oben her an dem vorderen Ohrkapsel-Umfang herabschiebt, theils im Anschluss an den Hinterrand der orbitalen Schädelseitenwand. Die Ohrkapsel hat sich unterdessen nicht unbedeutend weiter nach vorn verschoben (cf. Fig. 25 mit Fig. 12), so dass das Trigemino-Facialis-Ganglion von ihr ganz überwölbt ist. An ihren inneren Umfang oberhalb des Ganglion lagert sich der neue Knorpel [1]) von vorn und oben her an und ist zunächst deutlich von dem Knorpel der Ohrkapsel unterscheidbar. Erst später gleichen sich die Unterschiede völlig aus. Durch die Verbindung der orbitalen Schädelseitenwand mit der Ohrkapsel wird das Trigemino-Facialis-Ganglion in ein knorpelig begrenztes Foramen eingeschlossen.

Die starke Ablenkung der vorderen Ohrkapselkuppel nach aussen, die wohl wesentlich durch das Trigemino-Facialis-Ganglion bedingt ist, bringt es mit sich, dass hier die Schädelhöhle besonders stark seitlich erweitert ist. Zwischen ihren Wandungen und dem Gehirn bleibt ein grosser Zwischenraum, der von grossen weiten Lymphräumen eingenommen ist.

Dass aber überhaupt die ganze Schädelhöhle sich beträchtlich erweitert hat, ergiebt, wie p. 325 erwähnt, ein Vergleich der Lage des For. carot. prim. auf Fig. 12 und 25. Die Veränderungen dieses For. caroticum sind schon erwähnt. Im übrigen ist nach der Verbindung der orbitalen Seitenwand mit der Ohrkapsel der definitive Zustand jener erreicht.

c. Decke.

Eine knorpelige Decke kommt in der Orbitalregion erst ziemlich spät und auch nur in sehr beschränkter Ausdehnung zur Entwicklung.

In der Regel vereinen sich die beiden vor den Ohrkapseln befindlichen Seitenwände bei Larven während der Metamorphose eine Strecke weit dorsal mit einander. (Taenia tecti transversalis.) Die Verknorpelung schreitet dabei von den oberen Rändern jener Seitenwände nach innen vor. Erst nachdem dies schmale Dach gebildet ist, setzt sich die mediale von der synotischen Decke ausgehende Deckenspange mit seinem Hinterrande in Verbindung (Fig. 41).

Ist dies nun auch die Regel, so ist es doch nicht der einzige Weg, den die Bildung der knorpeligen Decke nehmen kann. Vielmehr

[1]) Es ist dies der Theil der Schädelseitenwand, den GOETTE (21, p. 683) „kleiner oder Orbitalflügel-Knorpel“ nennt. Ich sehe keinen Grund ein, ihn als besonderen Abschnitt der Seitenwand aufzufassen.

zeigt Fig. 25, dass auch gelegentlich die Bildung eines isolirten Knorpelplättchens an der Decke statt hat, das zunächst weder mit den Seitenwänden noch mit der medialen Dorsalspange in Verbindung steht. Dass eine solche Verbindung nachträglich noch erfolgt, darf wohl angenommen werden.

Das abweichende Verhalten, analog dem bei der Bildung der synotischen Decke als normal beschriebenen, beweist, dass es sich auch hier handelt um eine Verknorpelung des vorher vorhanden gewesenen häutigen Abschlusses, nicht aber etwa um ein wörtlich zu nehmendes „Vorwachsen“ des Knorpels bereits vorhanden gewesener Partieen.

Von dem Vorderrande der Taenia tecti transversalis schiebt sich noch eine kurze Strecke weit eine mediale Spange nach vorn, zu einer Trennung der frontalen Fontanelle kommt es aber nicht. In beschränkter Ausdehnung verknorpelt auch noch die Deckenpartie über dem vordersten Theil des Gehirns im Anschluss an den oberen Rand der Ethmoidalplatte und der Seitenwände.

Zusammenfassung.

Der Boden verknorpelt im Anschluss an die Ränder der basicranialen Fontanelle und zwar hauptsächlich von vorn her und von den Seiten. Erst nach der Metamorphose ist die basi-craniale Fontanelle vollständig geschlossen.

Die ersten Abschnitte der Seitenwand entstehen auf der vorderen und hinteren Verbindungsstelle des Quadratums mit dem Trabekel. Die zwischen diesen beiden Stellen ausgespannte häutige Schädelbegrenzung verknorpelt nur zum Theil im Anschluss an den Trabekel nach aufwärts, zum Theil von einer oberen Randleiste, die sich zwischen den oberen Theilen jener zuerst entstandenen Wandstücke bildet.

Die Decke verknorpelt nur sehr unvollständig in der Form einer queren Spange, Taenia tecti transversalis, die nur in der Regel durch gleichmässiges Vorschreiten der Verknorpelung von den oberen Rändern der Seitenwände nach innen entsteht, durch das hin und wieder zu beobachtende Auftreten eines isolirten Schlussstückes über der Epiphyse aber sich auch als selbständige Verknorpelung der häutigen Decke zu erkennen giebt.

Die Trabekel werden während der Metamorphose auf die Dicke des Bodens und der Seitenwände reducirt, ein Stück (zwischen For. oculomotorii und For. caroticum prim.) geht ganz zu Grunde.

2. Allgemeine und vergleichende Bemerkungen.

Ueber die Theile der Orbitalregion habe ich nur sehr wenige allgemeine Bemerkungen zu machen. Sie betreffen hauptsächlich die Rolle der Trabekel. Diese wird manchmal so aufgefasst und geschildert, als ob „von ihnen aus" die Bildung des Bodens und der Seitenwand ausgehe. Dieses „von ihnen aus" kann ich nur gelten lassen, wenn damit ein rein räumliches Verhalten zum Ausdruck gebracht werden soll. Dagegen finde ich keine Anhaltepunkte, die mich bestimmen könnten, die Trabekel etwa als die Bildungsstätte von Boden und Seitenwand, diese selbst als „Abkömmlinge" jener aufzufassen. Letztere sind meiner Ansicht nach nichts weiter als in Knorpel übergeführte Theile des „häutigen Primordialcranium", deren Entstehung zwar manchmal, aber keineswegs immer im Anschlusse an die Trabekelränder vor sich geht und in deren Auftreten und Anordnung sich eine gewisse Gesetzmässigkeit erkennen lässt; die Trabekel dagegen sind nur die Abschnitte des Chondrocranium, die zuerst entstehen und wegen der Function, die ihnen während des Larvenlebens zufällt, eine so bedeutende Mächtigkeit erlangen.

Interessant ist in Bezug auf den ersten Punkt die Bildung der Seitenwand. Auch hier zeigt sich nämlich eine Erscheinung, auf die ich schon bei der Bildung der Ohrkapsel hinwies (p. 377): der Gang, den die Entstehung des Knorpelschädels nimmt, lässt zuerst die Bildung eines „Gerüstes" erkennen, das in grossen Zügen die definitive Form vorzeichnet und sich aus einzelnen Spangen zusammensetzt, welche die Nerven- und sonstigen Oeffnungen[1]) weit umkreisen. Vom Zweckmässigkeitsstandpunkte aus erscheint ein solcher Vorgang durchaus geboten bei Thieren, die schon in so früher Periode auf ein freies Larvenleben angewiesen sind. Schon mein erstes Stadium ist in dieser Hinsicht interessant; die Ohrkapseln, der Seitenwandpfeiler vor derselben und die Erhebung des Trabekels an der vorderen Trabecularplatte bilden einen leidlich brauchbaren Rahmen für das häutige Schädeldach und sichern schon den Schutz, den dieses dem Gehirn gewährt. Noch mehr ist das der Fall bei Stad. II (Fig. 12), wo ausser den Deckenbildungen in der Labyrinthregion noch besonders im vorderen Abschnitt der Orbitalregion die Bildung der Seitenwand Fortschritte gemacht hat; jener Rahmen ist dadurch noch verstärkt. Er wird vollständig durch die dorsale Randleiste, die den vorderen und hinteren Seitenwandabschnitt mit einander verbindet und nun auch

---

[1]) Es entspricht dies der Thatsache, auf die SAGEMEHL (43, p. 207) aufmerksam macht, dass in der Phylogenese Fenestrationen des Chondrocraniums meist von diesen Oeffnungen ausgehen.

für die durch die häutige Schädelwand tretenden Nerven und Gefässe einen wirksameren Schutz bildet. Es scheint mir daher, dass das Auftreten getrennter Spangen aus Zweckmässigkeitsrücksichten ganz verständlich wird. Voraussetzung für die Geltendmachung des erwähnten Gesichtspunktes ist natürlich, dass das „häutige Primordial-Cranium" als solches die Möglichkeit zur Verknorpelung besitzt. Dass das thatsächlich der Fall ist, und dass ein gleichmässiges Vorschreiten der Verknorpelung von einem Ausgangspunkte nicht nothwendig ist, beweist ausser der Entstehung der synotischen Decke und der Seitenwandleiste der Orbitalregion auch noch die Bildung der „Taenia tecti transversalis", wie sie in Fig. 25 dargestellt und auf p. 407 geschildert ist. So spricht Alles dafür, die Verknorpelungen im prächordalen Theile des Schädels (vergl. auch Ethmoidalregion) als durchaus unabhängig von den Trabekeln und nach eigenen im wesentlichen statischen Gesichtspunkten sich vollziehend anzunehmen. Die Schnelligkeit und der Umfang der Knochenentwicklung werden dabei in erster Linie für die Fortbildung zum continuirlich knorpeligen Zustand (Anuren) oder für das Stehenbleiben auf der Stufe des ersten Gerüstes (Urodelen, Saurier) ausschlaggebend sein.

Es ist nun noch auf einen Unterschied hinzuweisen, der sich im Verhalten des Seitenwand-Knorpels zeigt. Dass derselbe im grösseren Abschnitte der Orbitalregion sich in einem rein appositionellen Verhalten zu den Trabekeln befindet, wird sehr deutlich, wenn man Stadien untersucht, wo er eben aufgetreten ist und die Trabekel noch ihre frühere Mächtigkeit besitzen. (Larven von ca. 39 mm Gesammt-, 14 mm Körperlänge, mit nicht sehr starken hinteren Extremitäten.) Hier setzt sich der Knorpel der Seitenwand ziemlich scharf von dem Trabekel ab. Anders ist es dagegen an den zuerst auftretenden Wandpartien vor der Ohrkapsel und im hinteren Theile der vorderen Trabecularplatte. Hier bildet der gesammte Wand-Querschnitt ein zusammenhängendes Ganzes, der Knorpel zeigt durchweg gleiche Structur, und man könnte also hier wenigstens sagen, dass diese Seitenwandpartie nichts weiter sei als der nach oben erhöhte Trabekel selbst. Aber der Grund dieser Differenz ist von vornherein klar: er liegt in der zeitlichen Verschiedenheit im Auftreten des Knorpels. Der grösste Theil des Seitenwand-Knorpels tritt erst auf, nachdem die Trabekel schon sehr lange bestanden und den histologischen Charakter des „alten" Knorpels angenommen haben; es ist natürlich, dass der junge sich daran ansetzende mit seinen sehr viel kleineren Zellen sich scharf von ihm unterscheidet. Die beiden zu allererst entstehenden Seitenwand-Abschnitte dagegen treten auf zu einer Zeit, wo auch die Trabekel noch den Charakter des jungen erst kürzlich entstandenen Knorpels tragen, und demnach kann hier von einer scharfen Grenze nicht die Rede sein.

Sind somit die Trabekel des sie umgebenden Nimbus, als „Bildungsstätten“ für irgendwelche Theile des Knorpelschädels, zu entkleiden, so bleiben sie jedoch immer noch sehr wichtige und bedeutungsvolle Elemente, wie schon die grosse Mächtigkeit, die sie bei den Anuren erlangen, beweist. Bilden sie doch während einer längeren Zeit des Larvenlebens fast allein die cranialen Skelet-Theile in der Orbitalregion, vor Allem das feste Widerlager für den Suspensorial-Apparat der larvalen Unterkiefer-Elemente. Dass hierin ihre Hauptbedeutung liegt, erhellt daraus, dass sie in dem Maasse an Mächtigkeit verlieren, als die Verknorpelung des Gesammtcranium Fortschritte macht, und dass sie schliesslich als besondere Elemente verschwunden sind, wenn der Suspensorialappart seine Befestigung von ihnen ganz auf die Ohr- und Nasenkapsel verlegt hat. Dann stellen sie nur noch Abschnitte der ventro-lateralen Begrenzung des Schädelcavums dar. In dieser Wandlung, die sie durchmachen, bieten sie ein interessantes Beispiel für die auch am Trabekelhorn und dem Unterlippenknorpel zum Ausdruck kommende Erscheinung, dass für die Larvenperiode der Anuren gewisse Theile massiger angelegt werden, als für das Bedürfniss des definitiven Zustandes nöthig ist, und dass erst in der Metamorphose die Reduction auf das nothwendige Maass erfolgt, dadurch dass, wie ich es an einer anderen Stelle ausdrückte, die definitive Form, „wie aus dem Block“ erst herausgearbeitet wird. —

Auf Vergleiche mit den Primordial-Cranien anderer Vertebraten will ich hier nicht näher eingehen, und nur darauf aufmerksam machen, dass den Urodelen zwar ein „Tectum synoticum“, aber, soweit mir wenigstens bekannt, keine „Taeniae tecti“ zukommen, offenbar weil sie durch die rasche und kräftige Knochenentwicklung unnöthig sind, sowie dass der geschilderte Modus der Seitenwandentwicklung uns das Verständniss für das Saurier-Cranium erleichtert, wo keine continuirliche knorpelige Seitenwand, sondern nur einzelne Spangen angelegt werden. Es bleibt das Saurier-Cranium gewissermassen auf dem Zustande eines „vorläufigen Gerüstes“ stehen; zu einer ausgedehnten Verknorpelung kommt es nicht, da bei dem Wegfall des Larvenlebens jener Zustand ausreicht, bis der definitive knöcherne Schädel gebildet ist. —

Bei der von mir als „Taenia tecti transversalis“ bezeichneten Knorpelspange liegt es nahe, an die „Epiphysarleiste“ der Teleostier zu denken.

Schliesslich dürfte die Thatsache, dass ein Abschnitt der Art. carotis interna während des Larvenlebens intracraniell verläuft und erst bei der Metamorphose aus dem Schädel herausgedrängt wird, für eine vergleichende Betrachtung des Gefässsystems von Interesse sein; diesen Punkt näher zu verfolgen, lag mir augenblicklich zu fern.

IV. Ethmoidal-Region.

Literatur.

Es ist wohl nicht nöthig, eine ausführliche Uebersicht über die Literatur zu geben, die so lange gekannte Gebilde, wie die Trabekelhörner und die Oberlippenknorpel betrifft. Ueber ihre erste Entwicklung verdanken wir STÖHR (50) die wichtigsten Angaben, vor Allem den Nachweis, dass beide Gebilde genetisch zusammengehören. GOETTE (21) schildert allerdings auch beide als zusammengehörig, trennt sie aber überhaupt gar nicht von einander. Seine Darstellung (p. 649), die auch BORN (4) Schwierigkeiten hinsichtlich der Deutung machte, kann wohl nicht anders aufgefasst werden, als dass GOETTE das mediale Stück des Oberlippenknorpels für verwachsen hält mit dem Trabekelhorn und zusammen mit ihm als „Zwischenkiefer" bezeichnet, während seine „Oberkieferknorpel" laterale, durch einen Einschnitt davon getrennte Stücke darstellen. Schon BORN (p. 599) vermuthet, dass vielleicht hierin Stücke zu sehen seien, die den „Adrostralia" (DUGÈS) der Pelobates-Larven entsprechen. Leider konnte ich nie Bombinator-Material zur Entscheidung dieser Frage erhalten. Die Schilderung von GOETTE wird dadurch noch merkwürdiger, dass GOETTE noch an einer anderen Stelle (p. 688) mit Bestimmtheit den Zusammenhang seiner Oberkiefer-, Zwischenkiefer-Knorpel und der beiden „Wirbelbogenhälften" (i. e. der Trabekelhörner) DUGÈS gegenüber betont. Sollte GOETTE mit seiner Schilderung Recht haben, so würde sie doch sicher nur für Bombinator gelten, während DUGÈS Pelobates untersuchte.

In den PARKER'schen Arbeiten bilden die „Oberlippenknorpel" einen wunden Punkt. In der ersten Arbeit (32, p. 162) wird allerdings ganz richtig angegeben, dass sie verschwinden, in der darauf folgenden (33) dagegen werden einmal statt eines Oberlippenknorpels für den erwachsenen Frosch zwei auf jeder Seite beschrieben und ferner dieselben in Verbindung mit dem Aufbau des Nasenskeletes gebracht. Der „erste" Oberlippenknorpel (p. 604) entspricht offenbar dem Nasenflügelknorpel plus BORN'schen Knorpel meiner Schilderung, der „zweite" kann nichts Anderes sein, als die „Cartilago obliqua". Beide haben aber nichts mit dem larvalen Oberlippenknorpel zu thun. Dieselbe Auffassung ergiebt sich aus der Schilderung für Bufo (p. 606). Den „WIEDERSHEIM'schen Knorpel" (Cart. praenasal. inf.), den PARKER in der ersten Arbeit nicht gesehen hat, schildert er, durch HUXLEY, der jenen: „prorhinal process" nennt, aufmerksam gemacht, in der zweiten und bezeichnet ihn als „Cornu trabeculae". Es ist das zwar nicht richtig, aber, wie wir sehen werden, immerhin begreiflich. Nicht recht verständlich ist die Darstellung in

der „Morphology of the Skull". Hier ist in Fig. 40 offenbar mit p. rh. die Cart. praenasal. inf. gemeint; im Text wird dagegen die Bezeichnung Prorhinalknorpel sowohl für den oben erwähnten Fortsatz (deutsche Uebers. p. 165), wie für den Nasenflügelknorpel (p. 149) gebraucht. Der Nasenflügelknorpel wird auch hier mit dem BORN'schen Knorpel zusammen als vom Oberlippenknorpel stammend dargestellt (p. 165).

Die genaueste Schilderung der Nasenkapsel der Anuren und ihrer Bildung hat BORN (4) gegeben; ich werde mich ihr in den meisten Punkten anschliessen können. Hauptsächlich in Betreff der hinteren Abschnitte des Ethmoidal-Skeletes kann ich dagegen die BORN'schen Angaben durch einige Thatsachen erweitern (Antorbitalfortsatz, Proc. maxillaris post.) über die ich einen vorläufigen Bericht schon an anderer Stelle gab (17).

I. Bildung und Umbildung der Ethmoidal-Region.

a) Erste Zustände.

Während des grössten Theiles der Larvenperiode bestehen in der Ethmoidalregion nur die beiden aus der „vorderen Trabecularplatte" heraustretenden „Cornua trabecularum", die an ihren vorderen Enden die „Oberlippenknorpel" tragen. Sowohl über Trabekelhörner und die Oberlippenknorpel, wie ihre Verbindung unter einander, sind die nöthigen Angaben hinsichtlich der Form u. s. w. schon oben gemacht. So sei hier nur noch bemerkt, dass die Oberlippenknorpel zunächst paarig vorhanden sind (Stad. I), dann aber mit einander verwachsen, so dass sie eine breite Platte mit unterem scharfen Rande bilden, dem die obere Hornlippe ansitzt (Stad. II).

Das Schicksal der Trabekelhörner und Oberlippenknorpel wird weiter unten behandelt. Zunächst sei die Bildung der Nasenkapsel besprochen.

b) Bildung der Nasenkapsel.

Eine Schilderung der ganzen Schädelentwicklung wird zunächst aufmerksam zu machen haben auf die grosse zeitliche Differenz zwischen dem Auftreten des Nasenskelets und dem der Ohrkapsel. Diese ist längst abgeschlossen, bevor von jenem die ersten Spuren sich zeigen. Solche treten erst auf, wenn schon hier und da am Knorpelschädel Erscheinungen der beginnenden Metamorphose sich geltend machen. Während der Larvenperiode prävaliren demnach die Ohrkapseln ganz bedeutend, und erst mit der Metamorphose ändert sich dies dahin, dass die Ohrkapsel immer mehr zurücktritt (cf. Fig. 25 mit Fig. 41 und die auf p. 341 gegebenen Zahlen).

α) Ethmoidalplatte und Pars plana; Antorbitalfortsatz.

Der Anlage des eigentlichen Nasenskelets geht voraus die Bildung der knorpligen Ethmoidalplatte. Wie mein II. Stadium illustrirt, beginnt diese vordere Abgrenzung des Schädel-Cavums in der Weise, dass sich auf dem vordersten Theile der vorderen „Trabecularplatte“ jederseits ein „Ethmoidalpfeiler“ (Fig. 25. Col. ethm.) erhebt und sich seitlich über den neben ihm liegenden Olfactorius neigt, um über diesem Nerven mit dem nach innen gewandten vordersten Abschnitt der Schädelseitenwand zu verschmelzen. So entstehen die beiden Knorpelringe um die Olfactorii und die mittlere „Fenestra ethmoidalis“ (Fig. 25). Die Ethmoidalpfeiler sind schon bei Larven von 21 mm Länge vorhanden; diese frühe Entwicklung bringt es mit sich, dass ihr Knorpel sehr bald von dem der vorderen Trabecularplatte nicht mehr zu scheiden ist.

Die Fenestra ethmoidalis ist zunächst von Schleimgewebe geschlossen, das aber sehr rasch verknorpelt. Die Ueberführung in Knorpel finde ich bei Larven von 31 mm vollendet. Auf Frontalschnitten, die für die frontal gestellte Platte Flächenschnitte sind, kann man noch eine Zeit lang ihre Zusammensetzung aus drei Abschnitten erkennen: die beiden Ethmoidalpfeiler heben sich durch ihre grösseren Zellen (älterer Knorpel) mit spärlicher Grundsubstanz scharf von der mittleren Partie ab, die den Charakter des jüngeren erst kürzlich entstandenen Knorpels trägt.

Ich erwähne diese Thatsache besonders, weil sie durchaus dem entspricht, was Born bei Pelobates festgestellt hat; die davon abweichende Schilderung für Rana esculenta, in der die dreifache Zusammensetzung der Ethmoidalplatte nicht mehr zur Sprache kommt, dürfte dadurch bedingt sein, dass Born etwas zu alte Stadien untersuchte, so dass er den Process der eigentlichen Bildung der Ethmoidalplatte gar nicht mehr beobachtet hat. Ich habe zwar Rana esculenta nicht untersucht, glaube aber nicht, dass die Verhältnisse hier andere sind als bei R. fusca. Wenn hier von einer „Ethmoidalplatte“ die Rede war, so war damit immer nur der zwischen beiden Olfactorius-Löchern gelegene Abschnitt der Platte gemeint; eine laterale Ergänzung erhält er dadurch, dass sich der vorderste Theil der Schädelseitenwand etwas nach einwärts wendet und über dem Olfactorius mit jenem mittleren Abschnitt zusammenfliesst. Dann kann man von einer Ethmoidalplatte reden, die von den beiden Riechnerven durchsetzt wird. Im Anschluss an den mittelsten Abschnitt derselben, der durch Verknorpelung des Schleimgewebes in der Fenestra ethmoidalis entstanden ist, bildet sich später das Septum nach vorn.

Alsdann ist die Entstehung der Scheidewand zwischen Orbita und Nasenhöhle, der „Pars plana“, wie sie oben genannt wurde, zu betrachten, die auch chronologisch der Bildung der Ethmoidalplatte nachfolgt. Für das Verständniss der Entwicklung dieser Pars plana ist es

nothwendig, darauf zu achten, dass dieselbe erfolgt zu einer Zeit, wo die Commissura quadrato-cranialis anterior noch völlig intact ist, die Choane dicht vor ihr, die Nasenhöhle aber in ganzer Ausdehnung lateral vom Trabekelhorn liegt, ohne jedoch bis zum vordersten Ende desselben zu reichen.

Aus der Thatsache, dass die Choane dicht vor der Commissura quadrato-cranialis anterior liegt, folgt, dass die Bildung der Scheidewand zwischen Orbita und Cavum nasale noch lateral vom vordersten Abschnitt des Schädelcavum stattfindet, das etwas über den Vorderrand jenes Knorpelbalkens hinaus nach vorn reicht (Fig. 25).

Thatsächlich treten nun hier um den hintersten Abschnitt des Nasensackes die ersten Verknorpelungen auf: es bildet sich gleichzeitig (bei Larven von ca. 31 mm Länge) die Hinterwand und eine Decke der Nasenhöhle.

Die Anlage der hinteren Wand macht sich bemerkbar als eine Knorpelwucherung ganz vorn in dem Winkel, den die Commissura quadrato-cranialis ant. mit der Schädelseitenwand bildet. Der neugebildete Knorpel ist anfangs scharf von dem benachbarten unterscheidbar, erstreckt sich dem oberen Rande der Commissur aufliegend hinter dem Choanenblindsack nach aussen und biegt hier an dessen äusseren Umfang nach vorn um.[1])

Es kann wohl kein Zweifel darüber herrschen, dass wir hierin die homologe Bildung des „Antorbitalfortsatzes“ (oder der „Cartilago palatina“) der Urodelen zu sehen haben, deren verspätetes Auftreten durch die lange Larvenperiode und die dafür bestimmten larvalen Einrichtungen der Trabekel und der Commissura quadrato-cranialis anterior verständlich wird. (Genaueres siehe weiter unten.)

Die Decke des hinteren Abschnittes, die gleichzeitig mit dem Antorbitalfortsatz auftritt, entsteht im Anschluss an den vordersten Abschnitt der Schädelseitenwand, die, wie p. 404 geschildert, schon sehr frühzeitig in unmittelbarer Fortsetzung des Trabekels auftritt. Nach vorn bis zur Ethmoidalplatte oberhalb des For. olfactorium, soweit also überhaupt das Gehirn-Cavum reicht, findet die Bildung dieses Deckenstreifens über dem hinteren Nasenabschnitt in unmittelbarem Zusammenhange mit der oberen Kante des vordersten Schädelwand-Stückes statt. Die neu entstandene Decke erstreckt sich nach aussen über den R. nasalis des Trigeminus hinweg und verschmilzt lateral von diesem mit dem Antorbitalfortsatz. Dieser wächst ihr in der Regel etwas nach innen aufwärts entgegen — und so erklärt sich die Angabe BORN's (4, p. 605),

[1]) Erwähnen will ich, dass GOETTE (21, p. 654) einen „Orbitalfortsatz des Nasenknorpels“ schildert, der sich mit dem „Gaumenbeinknorpel“ verbindet und den N. nasalis umschliesst. Auf die vergleichend-anatomische Bedeutung ist GOETTE nicht eingegangen.

dass aus dem inneren Theile des Pterygopalatinbalkens ein gekrümmter dünner Knorpelstreifen hervorwachse, der von aussen den R. primus quinti umgiebt und sich mit dem Dache des Ethmoidalschlitzes in Verbindung setzt. Der „Pterygopalatinbalken" ist die Commissura, von der der neu aufgetretene Antorbitalfortsatz nicht getrennt ist. Mit dem Stamm des R. nasalis — als welchen ich den R. septi narium betrachte — wird der R. externus narium in vielen Fällen zusammen knorpelig umschlossen, häufig genug fand ich ihn aber auch gesondert umwachsen werden. Auch ein R. frontalis wird bei der Bildung der Decke meist knorpelig umwandet.

Nach der Verbindung mit dem Antorbitalfortsatz bildet die urprünglich getrennt entstandene Decke die obere Randpartie der vom Trigeminus durchbrochenen „Pars plana". Wie schon bei der Schilderung der Schädelseitenwand bemerkt wurde, setzt sich die Decken-Bildung über dem R. nasalis noch eine kurze Strecke weit caudalwärts von der Nasen-Hinterwand fort, so eine schmale Leiste über diesem Nerven bildend. (Fig. 24, 25.)

Um die Schilderung nicht zu sehr zu zerreissen, führe ich zunächst die Weiterbildung der Hinterwand bis zu Ende, bemerke aber, dass jetzt auch schon Verknorpelungen des Septum und der Decke in ausgedehnterem Maasse statthaben. —

Es wurde schon bemerkt, dass der Antorbitalfortsatz erst längs der Hinterwand des Choanenblindsacks sich bildet und dann an dessen äusserem Umfang nach vorn umbiegt. Mit diesem nach vorn ziehenden Stücke verbindet sich die Decke, die lateralwärts vorwächst, nur noch eine kurze Strecke weit; ein grösseres Stück schiebt er sich noch über diese Verbindungs-Stelle hinaus frei nach vorn vor und schafft so für die Kieferhöhle, die jetzt vom Hauptraum der Nasenhöhle abgesetzt wird, eine laterale Begrenzung (Fig. 22, 23). Dabei wird er, der hinten ziemlich hoch ist, immer niedriger, und schliesslich endet er verjüngt als „vorderer Oberkieferfortsatz", der später vom knöchernen Maxillare umschlossen wird.

Eine Verbindung des Processus antorbitalis mit dem Pterygoidfortsatz des Quadratum bildet sich erst gegen das Ende der Metamorphose aus. Voraus geht ihr die Bildung eines stark verdichteten Gewebszuges, der von dem mit der Nasenhöhlendecke verbundenen Theile des Antorbitalfortsatzes ausgeht und hakenförmig — mit nach innen und unten sehender Concavität — gekrümmt, sich an die Spitze des Proc. quadrato-ethmoidalis, des Vorläufers des Proc. pterygoideus — anlegt. Dieser Gewebszug bildet nach seiner Verknorpelung einen gekrümmten Fortsatz, „Proc. maxillaris post.", der mit dem Proc. quadrato-ethmoidalis zunächst durch kernreiches prochondrales Gewebe verbunden ist (vergl. Fig. 22, 24, 25). Im Augenblicke, wo diese Ver bindung sich herstellt, ist die Stellung des Quadratums noch unverändert,

die Commissura quadrato-cranialis noch intact, der Proc. quadrato-ethmoidalis sehr kurz und dementsprechend findet man die Verbindung desselben mit dem „Proc. maxillaris posterior“ noch vor der Nasen-Hinterwand.

Erst wenn nach Zerstörung der Commissura quadrato-cranialis ant. das Quadratum sich nach hinten zurückzieht, wird auch die Richtung des Proc. maxillaris posterior eine andere: er krümmt sich dann nach unten und hinten. (Vergl. Fig. 24 mit 25.) Nach der Metamorphose ist jede Grenze gegen den Proc. pterygoideus verwischt (Fig. 41).

β. Die übrigen Theile der Kapsel (Septum, Decke, Boden).

Waren die bisher geschilderten Thatsachen theils als solche, theils der Auffassung nach neu, so ist die Bildung der übrigen Wände der Nasenkapsel — Septum, Decke, Boden — im wesentlichen schon von Born sehr ausführlich geschildert worden. Ich werde daher von einer ganz speciellen Aufzählung von Einzelheiten absehen können, mehr die Hauptpunkte zusammenfassen und die etwaigen Abweichungen von der Born'schen Schilderung hervorheben. Der Gang, den die Nasenkapselentwicklung nimmt, ergiebt von selbst eine Gliederung der Darstellung in drei Abschnitte:

1. Die Anlage der knorpeligen Kapsel über den intacten Trabekeln; das Endstadium dieser Epoche ist gegeben durch den Zustand, den Fig. 22 veranschaulicht.
2. Die Vorgänge während der Zerstörung der Trabekelhörner und der Oberlippenknorpel.
3. Letzte Veränderungen des Nasenskeletes, Herstellung des definitiven Zustandes.

1. Anlage der Nasenkapseln über den intacten Trabekeln.

Ich gehe hier von dem Stadium, das in Fig. 12 dargestellt ist und oben (Stad. II) genauer beschrieben wurde, aus. Die Nasensäcke verhalten sich fast noch ebenso wie in Stadium I (Fig. 6. 7, 8, 9) d. h. sie beschränken sich nur ungefähr auf die hintere Hälfte der Trabekelhörner, liegen seitlich[1]) von denselben, ragen aber dorsal über ihre obere Kante empor. Beide Trabekel sind durch das deutliche Lig. intertrabeculare inf. verbunden, im übrigen liegt zwischen und unmittelbar über ihnen, soweit sich nicht schon die Schläuche der Gl. nasalis inf. über sie herübergeschoben haben, nur indifferentes Schleimgewebe, dorsalwärts durch

[1]) Wenn Born (4 p. 605) angiebt, dass sie von vornherein über den Trabekeln liegen, so ist das nicht ganz zutreffend; erst später dehnen sie sich mehr nach innen über die Trabekel aus.

das sogenannte „Lig. intertrabeculare sup.“ abgegrenzt, das aber weniger ein dichterer Strang, wie das Lig. intertrabeculare inferius, als vielmehr ein Pigmentzellen-Zug ist [1]) (Fig. 6—8). Das den Nasensack unmittelbar umgebende („perirhinische“) Gewebe ist etwas verdichtet.

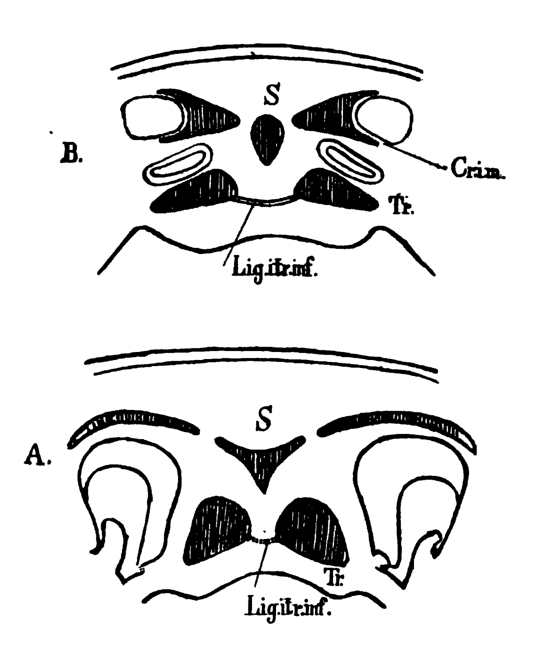
Bei wenig älteren Stadien zeigen sich nun die Skeletanlagen deutlicher. Man kann drei verschiedene Anlagen unterscheiden, in denen weiterhin die Verknorpelung selbständig vorschreitet: 1. eine mediane unpaare „Septal-Anlage“, 2. die paarigen „perirhinischen“ Anlagen.

Was zunächst die erste betrifft, so entsteht sie durch eine Verdichtung des intertrabeculären Schleimgewebes, die sehr bald die Form eines T annimmt. Der obere Schenkel dieses T zieht sich von der Decke des einen Nasensackes quer herüber zu der des anderen, bildet also ein sehr deutlich hervortretendes „Lig. intertrabeculare sup.“, der senkrechte Schenkel schliesst sich unmittelbar an die mittelste Partie der Ethmoidalplatte an, die durch Verknorpelung der Fenestra ethmoidalis entstand. Dieser senkrechte Schenkel, die Anlage des eigentlichen Septum, ist der am deutlichsten hervortretende Theil der ganzen Anlage, in ihm beginnt auch die knorpelige Differenzirung und schreitet von ihm aus erst auf die oberen Querschenkel fort. Die Anlage des Septum wird zuerst hinten, dicht vor dem Schlussstück der Ethmoidalplatte, deutlich und differenzirt sich erst von hier aus nach vorn weiter. Mit ihrem unteren Rande erreicht sie zunächst weder das Lig. intertrabeculare inf. noch die Trabekel selbst, sondern endet frei (vgl. die Schemata auf p. 418).

Die beiden paarigen Anlagen, die Verdichtungen des perirhinischen Gewebes darstellen, bleiben im hinteren Abschnitt der Nasenhöhlen auf die Decken derselben beschränkt. Diese Decken-Anlage setzt sich unmittelbar an die an, die im hintersten Abschnitt der Nasenhöhle sehr früh, im Anschluss an den oberen Rand der Schädelseitenwand, entsteht (p. 414). Medialwärts hängt sie allerdings mit dem Querband zwischen beiden Nasensäcken, dem Lig. intertrabec. sup. zusammen, die Differenzirung schreitet in ihr aber selbständig vor und setzt sich nicht etwa vom Septum aus auf sie fort. Während so im hinteren Abschnitte der Nasenhöhle die Verdichtung des perirhinischen Gewebes auf die Decke beschränkt bleibt, sich aber nicht auf den inneren Umfang fortsetzt — hier schiebt sich allmählich die untere Nasendrüse

[1]) Der Name „Lig. intertrabeculare sup.“, den BORN dem Ligament zunächst für Pelobates gegeben hat, passt bei Rana eigentlich nur im vorderen Abschnitte der Trabekelhörner, wo das Lig. sup. dem Lig. inf. unmittelbar aufliegt, also thatsächlich zwischen beiden Trabekelhörnern liegt. Im Bereiche der Nasensäcke wird es durch diese weit von den Trabekeln abgehoben (BORN p. 604). Der erwähnte Pigmentzellenzug ist übrigens nichts weiter als ein Theil der grossen ausgedehnten Lage von Pigmentzellen, die in allen Regionen des Kopfes das subcutane Schleimgewebe der Rücken- und Seitenfläche nach innen zu abgrenzt (cf. z. B. Fig. 2 u. 3, wo es über der Ohrkapsel und der häutigen Schädeldecke eingezeichnet ist).

bis gegen die Septal-Anlage vor, und ventral bildet das Trabekelhorn einen vorläufigen Boden — umzieht im vorderen Abschnitte der Nasenhöhle das verdichtete Gewebe nicht nur die Decke, sondern auch den inneren Umfang des oberen Blindsackes, und setzt sich zwischen dem oberen und unteren Blindsack fort — Anlage der späteren „Crista intermedia“ (vgl. Schema A. und B.).



Schemata für die Bildung des Septum und der Decke der Nasenkapsel. A. Im hinteren, B. im vorderen Abschnitt. Bei A. fehlt eine eigene Innenwand, und der Nasenraum reicht bis an das unpaare Septum, bei B. besitzt der obere Raum eine eigene Innenwand, die erst secundär mit dem Septum sich verbindet.

Nur im vordersten Abschnitte erhält also der häutige obere Nasenblindsack eine selbständige Innenwand, die zunächst von der Septal-Anlage getrennt ist, hinten dagegen kommt eine eigene mediale Begrenzung überhaupt nicht zu Stande, sondern diese wird von vornherein durch die unpaare Anlage des Septum gebildet. Wie im hinteren Abschnitte die ganze Nasenhöhle, so verhält sich aber auch im vorderen Abschnitt der untere Raum, auch dieser entbehrt einer selbständigen medialen Wandung, er dehnt sich demnach bis zum Septum aus (Schema B.) — der Grund dürfte auch hier in der Entwicklung der Glandula nasalis inferior liegen, die sich am medialen Umfang des Nasensackes ausbreitet. —

Ich glaubte diese Thatsachen etwas ausführlicher behandeln zu müssen, weil man nach der Schilderung bei Born (4, p. 610) zu der

Anschauung kommen könnte, dass auch im hinteren Abschnitte eine eigene Innenwand der Nasenkapsel, gesondert vom Septum, vorhanden sei, die nur sehr innig mit dem Septum verwachse.

Bald nachdem die erwähnten „Anlagen“ aufgetreten sind, findet auch schon ihre Verknorpelung statt (bei Larven von 37 mm finde ich dieselbe im Werden). Sie erfolgt rasch und im Allgemeinen ziemlich gleichzeitig an allen Punkten, doch kann man bei ihrem Beginn wenigstens beobachten, dass sie von hinten nach vorn vorschreitet. Nach dem schon Gesagten geschieht dieses Vorschreiten, abgesehen von der Verknorpelung des Bodens und der complicirten Theile im vorderen Abschnitte, in drei ungefähr parallelen Linien: im Septum und den beiden Decken. Doch tritt auch sehr bald die knorplige Verbindung der Deckenanlagen mit dem oberen Querschenkel der T förmigen Septal-Anlage ein, so dass sich die Unterschiede sehr bald verwischen.

Es sei nun noch der Gang, den die Verknorpelung an den einzelnen Abschnitten nimmt, kurz berührt.

1. Das Septum verknorpelt von hinten nach vorn und zugleich von oben nach unten im Anschluss an den mittelsten Abschnitt der Ethmoidalplatte, der aus der Verknorpelung des Schleimgewebes der Fenestra ethmoidalis hervorging. Oben erstreckt sich die Verknorpelung beiderseits auch in den Querschenkel der T förmigen Anlage und geht in den Knorpel über, der auf dem oberen Umfang des Nasensackes entsteht. Vorn, wo der obere Blindsack eine eigene Innenwand besitzt, bleibt zwischen dieser und dem Septum zunächst ein Zwischenraum, und erst secundär findet die knorpelige Verbindung beider Theile statt. So erklärt sich die Bildung des dicken Knorpelwulstes, der den oberen Blindsack von der Mittellinie abdrängt (Fig. 31). Der selbstständige Boden des Cavum sup. wird zur „Crista intermedia“.

Mit seinem unteren Rande passt das Septum dicht vor der Ethmoidalplatte, wo der Abstand zwischen beiden Trabekelhörnern noch sehr gering ist, in den letzteren gerade hinein; weiter vorn ist das bei der Divergenz der Trabekel nicht mehr möglich und die Verbindung wird hergestellt durch das Lig. intertrabeculare inf., dem sich der untere Rand des Septum verbindet und das alsdann nach beiden Seiten hin bis an die Trabekel verknorpelt. Auch dieser Prozess der Verbindung des Septums mit den Trabekeln schreitet von hinten nach vorn vor, und zwar etwas langsamer als die Verknorpelung des Septum selbst. Daher bleibt zunächst immer zwischen dem freien unteren Rande desselben und dem Trabekel jeder Seite eine schmale Spalte.

2. Die Verknorpelung der Decke schreitet, wie schon erwähnt, ebenfalls von hinten nach vorn vor und schliesst hinten unmittelbar an das knorplige Dach, das über dem Choanenblindsack, seitlich vom vordersten Abschnitt der Schädelseitenwand, gleich zu Anfang auftrat. Mit dem oberen Schenkel der T förmigen Septal-Anlage verbindet sich die

Eigendecke des Nasensackes sehr rasch, und die Grenzen verwischen sich bald.

Nach Born (4, p. 610) soll die Decke des oberen Blindsackes mit seiner Innenwand von vorn nach hinten verknorpeln und sich dann erst mit der von hinten nach vorn sich bildenden verbinden. Da die Ueberführung des perirhinischen Gewebes in Knorpel sehr rasch erfolgt und jedenfalls nur sehr geringe zeitliche Differenzen in der Verknorpelung der einzelnen Abschnitte bestehen, so ist es grosse Glückssache, die kritischen Stadien zu treffen; ich habe, trotzdem ich nachgerade genug Serien des in Frage kommenden Stadiums (ca. 37 mm Länge, Schwanzlänge 21 mm; hintere Extrem. klein) untersucht habe, doch mich nicht von der obigen Angabe überzeugen können.

Die Cartilago obliqua bildet sich lateral vom oberen Nasenraum an Ort und Stelle, und setzt sich erst etwas später mit dem Boden des Cavum medium in Verbindung.

3. In der ersten Zeit bilden die Trabekel den Boden der Nasenhöhlen fast ganz allein. An ihrem äusseren Umfange tritt jedoch bald, ungefähr von der Mitte der Nasenhöhle an, eine Knorpelleiste („basaler Randknorpel") auf (Fig. 22, 23), die weiter vorn sich mehr auf die Oberfläche des Trabekels wendet, mit der inzwischen entstandenen Vorderwand des unteren Cavum zusammenhängt, und sich noch über dieselbe hinaus nach vorn als „Cartilago praenasalis inferior" („Wiedersheim'scher Kn.") fortsetzt, welcher der Oberfläche des Trabekelhornes aufliegt und dasselbe fast bis zu seinem vorderen Ende begleitet.

4. Die Hauptcomplicationen zeigen die vordersten Partieen der Nasenhöhle. Hier liegen die Trabekel sehr weit seitlich, unterhalb des unteren Blindsackes, und um die medial und dorsal gelegenen Räume bilden sich eigene Verknorpelungen. Dass der obere Blindsack hier eine eigene Innenwand besitzt, die sich erst secundär mit dem Septum verbindet, wurde p. 418 schon bemerkt. Durch diese Innenwand geht die Decke in den Boden des oberen Blindsackes über, der zugleich die Scheidewand zwischen diesem und dem Cavum inferius bildet, d. h. den Anfangstheil der Crista intermedia darstellt. Boden und Decke des Cavum medium (Lamina inferior u. sup.) scheinen etwas früher zu entstehen, als die Crista intermedia selbst, und sich erst secundär mit ihr zu verbinden. Noch einmal sei hier betont, dass dem Cavum inferius eine eigene Innenwand nicht zukommt, dass es vielmehr bis an das Septum heranreicht.

Die gemeinsame Vorderwand für den mittleren und unteren Raum endet zunächst mit freiem ventralen Rande, von dem Trabekel durch einen schmalen Zwischenraum getrennt und nur seitlich mit dem basalen Randknorpel verbunden. Erst später wächst dieser noch mehr nach innen und erzeugt so einen secundären definitiven Boden für den unteren Nasenraum.

Im Zusammenhange mit der Vorderwand des oberen Nasenraumes entsteht der das Eingangrohr umgreifende Nasenflügelknorpel mit dem „BORN'schen" Knorpel („Cart. praenasalis sup.").

Alle die letztgenannten Verknorpelungen entstehen in loco aus dem perirhinischen Gewebe und zwar ziemlich gleichzeitig; von einer Betheiligung der Trabekel kann keine Rede sein. Diese verharren vielmehr noch eine Zeit lang in unverändertem Zustande.

Eine Nasenkapsel, welche die geschilderten Theile bei völlig erhaltenen Trabekeln erkennen lässt, zeigt Fig. 22. Die Oberlippenknorpel, die auch noch in ihrer ursprünglichen Form vorhanden sind, sind weggelassen. Zu beachten ist unter Anderem, dass das Septum im vorderen Abschnitte mit unterem freien Rande endet, in einem kleinen Abstande von den Trabekeln, die, gut erhalten, fast allein den Boden der Nasenkapseln bilden. Der hintere Oberkieferfortsatz hat seine Verbindung mit dem Proc. quadrato-ethmoidalis des Quadratum noch nicht erlangt, sondern endet frei. Die Cartilago obliqua hat sich noch nicht mit dem Boden des mittleren Nasenraumes verbunden.

2. Die Vorgänge während der Zerstörung der Trabekelhörner und der Oberlippenknorpel.

Von dem in Fig. 22 dargestellten Zustande aus zu einem dem definitiven ähnlichen führen, abgesehen von der schon oben erledigten Verbindung des Proc. max. post. mit dem Proc. pterygoideus, noch folgende Veränderungen:

a) Der vordere Nasenhöhlen-Abschnitt erhält einen knorpeligen Boden, dessen Verknorpelung theils vom unteren Rande des Septum aus nach aussen, theils von dem „basalen Randknorpel" aus nach innen vorschreitet.
b) Die Trabekel werden in ihrem vordersten Abschnitte gänzlich zerstört, ihr hinterer Theil dagegen wird zur Bildung eines Theils des definitiven Kapselbodens verwendet.
c) Die Oberlippen-Knorpel werden zerstört und resorbirt.

ad a) Vom Trabekel unabhängige Bodenbildung im vordersten Abschnitte der Nasenhöhle.

Der ganze vordere Theil der Nasenhöhle erhält einen erst ziemlich spät fertig ausgebildeten knorpeligen Boden. Es war oben bemerkt, dass die basale Randleiste in ihrem hinteren Abschnitte rein seitlich dem Trabekel ansitze, weiter vorn dagegen mehr auf seine Oberfläche übergreift (Fig. 22). Ein entsprechendes Verhalten zeigt der aus dem Lig. intertrabeculare inferius entstandene Knorpel, der den Raum zwischen

Septum und Trabekel einnimmt, und der auf dem vorigen Stadium erst wenig weit nach vorn entwickelt war.

Während er nämlich im hinteren Abschnitte durchaus dem inneren Umfange des Trabekels ansitzt, schiebt er sich weiter vorn auf die Oberfläche des Trabekels. Indem nun hier der von der basalen Randleiste und der vom Septum kommende Knorpel sich auf der Oberfläche des Trabekels einander entgegenwachsen, wird letzterer ventralwärts verdrängt, und geht, soweit dies der Fall ist, in der Folge zu Grunde. Auf diese Weise entsteht eine Strecke weit für den vorderen Nasenhöhlen-Abschnitt ein neuer „supratrabeculär“ sich bildender Boden.

Mit der Ausweitung der Nasenhöhle nach vorn wird nun aber die Ebene ihrer Vorderwand nach vorn, und damit der seitliche Abschnitt des Cavum inf. über den Anfangstheil des WIEDERSHEIM'schen Knorpels hinweg nach vorn verschoben. Dieser vorderste Abschnitt muss demnach einen Boden erhalten, der von vornherein ganz ohne Beziehung zum Trabekel ist, lateral den bisher freien Rand der Vorderwand des Cavum inf. mit dem supratrabeculär entstandenen Boden verbindet und medial die naso-basale Fontanelle von unten her begrenzt. Die Verknorpelung dieses Bodenabschnittes folgt dem Zuge verdichteten Gewebes, der schon vorher den freien Rand des Septum mit der basalen Randleiste und der Vorderwand des Cavum inf. in Verbindung setzte, und zwar schreitet sie von aussen nach dem Septum zu vor. Die Wurzel des WIEDERSHEIM'schen Knorpels, die vorher in einer Ebene mit der Vorderwand des Cav. inf. lag, gelangt dadurch an die Unterfläche desselben, und giebt zugleich die vordere Grenze an, bis zu der der Boden der Nasenkapsel einst Beziehung zu den Trabekeln hatte.

ad b) Schicksal der Trabekelhörner.

Ungefähr die ganze vordere Hälfte des ursprünglichen Trabekelhornes geht zu Grunde. Der Zerstörung verfällt demnach der Theil, der noch auf dem Stadium der Fig. 22 frei vor den Nasenkapseln vorragte und dem der WIEDERSHEIM'sche Knorpel auflag,[1]) dazu ein sich caudalwärts anschliessender Theil am Boden des vorderen Nasenhöhlenabschnittes über dem, wie oben geschildert, sich „supratrabeculär“ ein neuer Boden gebildet hat.

Die hintere Hälfte des Trabekelhornes, die vorher den Boden des hinteren Nasenhöhlenabschnittes bildete, wird hier zur Bildung des definitiven Bodens verwandt.

---

[1]) Wenn PARKER also in seiner zweiten Arbeit über den Batrachierschädel die WIEDERSHEIM'schen Knorpel als „Cornua trabecularum“ bezeichnet, so ist das zwar nicht richtig, aber doch ein verständlicher Irrthum (38, Fig. 1 u. 2 auf Pl. 54 von Rana, sowie 3, 4, 5 von Bufo).

Hierbei lässt sich nun eine merkwürdige Erscheinung beobachten. Das Trabekelhorn zeigt nämlich vorübergehend auf seinem gesammten Querschnitte Veränderungen, als ob es in toto zerstört werden sollte. Die Grundsubstanz hat ihre Färbbarkeit fast verloren, die ganze Gewebspartie erscheint demnach sehr hell, die Kapselhöhlen sind nur durch sehr blasse Linien von einander getrennt. Gleiche Veränderungen zeigen die den Trabekeln entsprechenden Abschnitte der Ethmoidalplatte, deren Zusammensetzung auf diese Weise vorübergehend wieder deutlich wird.

Dann aber beginnt sowohl vom Septum, resp. der Leiste zwischen diesem und dem Trabekel, als auch von der basalen Randleiste aus, die sich unterdessen bis zur Ethmoidalplatte nach hinten fortgesetzt hat, eine Art Regeneration des mittleren den Trabekel quer durchsetzenden Streifens, der in unmittelbarer Verbindung zwischen den genannten beiden juxtatrabeculären Gebilden liegt (Fig. 23).

Wenigstens vermag ich die Querschnittbilder nicht anders zu deuten: während bei Larven, die erst die linke vordere Extremität befreit haben, der Gesammtquerschnitt des Trabekels auf Hämatoxylinpräparaten blass erscheint, bemerkt man bei solchen, bei denen auch die rechte vordere Extremität vorhanden ist, die an die septale und laterale Knorpelleiste unmittelbar anstossenden mittleren Trabekelpartien wieder tief dunkel violett. Bei etwas älteren Thieren erstreckt sich die gefärbte Zone durch den ganzen Trabekelquerschnitt von der lateralen Randleiste bis zum Septum, und darüber wie darunter beginnt das überschüssige Trabekelgewebe zu zerfallen und resorbirt zu werden. So bleibt an Stelle des ursprünglich sehr voluminösen Trabekels nur ein schmaler Streifen stehen, der aussen in die laterale Leiste und innen in das Septum übergeht, mit diesen beiden Gebilden zusammen den definitiven Boden im hinteren Nasenhöhlenabschnitte bildend.

Ein ähnlicher Vorgang spielt sich ab an den Seitentheilen der ursprünglichen „vorderen Trabecularplatte", wo die laterale Randleiste unmittelbar in den Knorpel des Antorbitalfortsatzes übergeht. Die „Regeneration" [1]) findet hier statt im Anschluss an den medialen Theil der Ethmoidalplatte und die Randleiste. Der ganze hintere Abschnitt der Nasenhöhle wird durch Zerstörung des in ihn vorspringenden Trabekelwulstes geräumiger. [2])

Einen Zustand der Nasenhöhle, nachdem sich die eben geschilderten Vorgänge abgespielt haben, zeigt mein III. Stadium. Hier sind alle

---

[1]) Das histologische Geschehen bei diesem Vorgange war bei meinen Präparaten nicht zu studiren, und so soll mit dem Ausdrucke auch nur das Grobe der Erscheinung bezeichnet werden.

[2]) Dass die Angabe GOETTE's, der „Zwischenkieferknorpel" (der nach 21 p. 649 u. 655 nichts Anderes sein kann als das Trabekelhorn nebst einem Theile des Oberlippenknorpels) verknöchere und bilde das aufgerichtete mediale Stück des Os intermaxillare (p. 659 u. 688), falsch ist, wurde schon von BORN festgestellt.

wesentlichen Theile angelegt, nur die Dimensionen weichen noch von den definitiven ab.

ad c) Zerstörung der Oberlippenknorpel.

Diese beginnt kurz vor dem Durchbruch der vorderen Extremitäten und zwar zunächst an den vorderen mittleren Partien. Die lateralen, nach hinten gerichteten Arme bleiben längere Zeit erhalten. Der Zerstörung gehen die an anderen Orten geschilderten Veränderungen und Schrumpfungen des Knorpels voraus. — Die Ansicht PARKER's, dass der Oberlippenknorpel sich am Aufbau des definitiven Nasenskeletes betheilige, wurde oben berührt; sie ist sicher falsch.

3. Letzte Veränderungen des Nasenskeletes, Herstellung des definitiven Zustandes.

Schon während der Schwanz der Larve noch im Schwinden begriffen ist, sind die vorderen Hälften der Trabekelhörner zerstört, über den hinteren haben sich die Nasenkapseln mit allen wesentlichen Einzelheiten angelegt, und die Trabekelhörner sind hier auch schon fast ganz auf die Dicke der übrigen Abschnitte der Kapselwandung reducirt.

Die wichtigsten Veränderungen, die sich noch vollziehen, sind die Ausweitungen der Dimensionen. Vor allen Dingen findet eine solche in recht erheblichem Grade in sagittaler Richtung statt, so dass an dem Cranium eines etwas älteren Frosches die Ethmoidalregion einen bei weitem grösseren Antheil an der Gesammtlänge besitzt, als bei einem solchen gleich nach der Metamorphose (cf. die auf p. 341 gegebenen Zahlen). Aber auch die Breitenausdehnung wird bedeutender, so dass z. B. der untere Blindsack später sich — hinter dem freien Rande der ihm zukommenden Seitenbegrenzung, — bis auf das knöcherne Maxillare ausdehnt, hier weiter caudalwärts die Kieferhöhle bildend.

Das Aufgeben des Wasserlebens hat dann aber auch eine sehr bedeutende Entwicklung der Glandula intermaxillaris zur Folge, und da dieser durch das unpaare Nasenseptum das Einwuchern zwischen beiden Nasenhöhlen verwehrt ist, so weitet sie sich das Cavum pränasale noch aus, indem sie unter den Boden der Nasenkapsel herunter wächst. Hier wird für sie eine besondere subnasale Fortsetzung des Cavum pränasale geschaffen durch die Crista subnasalis, die demnach eine sehr späte Bildung darstellt. Die Einzelheiten ihrer Form und Lage sind oben (p. 347) so genau geschildert worden, dass ich auf eine Wiederholung verzichten kann.

Schliesslich sei noch erwähnt, dass, bevor die Verknöcherung dieser Gegend eintritt, sich im Anschluss an die Ethmoidalplatte eine Strecke weit nach hinten ein knorpeliges Septum zwischen den beiden Olfactoriis

bildet, so dass auf diese Weise schon der vorderste Abschnitt der ursprünglichen Schädelhöhle in zwei Theile getheilt, jeder Olfactorius aber in einen knorpeligen Canal eingeschlossen wird. Daraus resultirt dann bei der Verknöcherung die oft beschriebene Form des „Os en ceinture“.

Zusammenfassung.

Die ersten Skeletgrundlagen der Ethmoidalregion bilden die Trabekelhörner und die Oberlippenknorpel. Von diesen gehen während der Metamorphose die Oberlippenknorpel ganz, von den Trabekelhörnern die vordersten Hälften zu Grunde. Ueber den hinteren Hälften der Trabekelhörner bildet sich das Nasenskelet. Der Abschluss des präcerebral gelegenen Intertrabecular-Raumes gegen das Cavum cranii wird bewirkt durch die Ethmoidalplatte. Diese setzt sich zusammen aus drei Theilen: den zwei Ethmoidalpfeilern, die zunächst eine mittlere Fenestra ethmoidalis begrenzen, und einem mittleren Schlussstück, das durch Verknorpelung des jene Fenestra verschliessenden Schleimgewebes entsteht. Lateral vom Olfactorius findet die Ethmoidalplatte ihren Abschluss durch die Schädelseitenwand. Die Scheidewand zwischen Orbita und Nasenhöhle, die Pars plana, wird gebildet unter Betheiligung eines neu auftretenden „Antorbitalfortsatzes“, mit dem sich die Decke der Nasenhöhle verbindet und der sich durch den Proc. maxillaris posterior mit dem Proc. pterygoideus quadrati vereinigt.

Das gesammte davor gelegene Nasengerüst entsteht aus einer unpaaren medianen und zwei seitlichen paarigen Anlagen. Das unpaare Septum bildet sich im Anschluss an die Ethmoidalplatte nach vorn durch Verknorpelung des intertrabecularen Schleimgewebes; die beiden seitlichen Anlagen verdichten sich aus dem perirhinischen Gewebe, das die Nasensäcke umgiebt. Im hinteren Abschnitt der Nasenhöhle bildet sich von hinten nach vorn nur eine Decke, deren Innenrand secundär mit der Septal-Anlage verschmilzt; im vorderen Abschnitt erhält der obere Raum eine eigene Innenwand, die sich ebenfalls secundär mit dem Septum verbindet.

Vom Boden bildet sich ein Theil (der hinterste Abschnitt) unter Aufnahme des Trabekelhornes, der ganze vordere Theil dagegen durch Knorpelneubildung über dem Trabekelhorn. Dieses geht in seiner vorderen Hälfte zu Grunde.

Der vordere complicirte Abschluss der Nasenhöhle entsteht durch locale Verknorpelung des perirhinischen Gewebes.

Die Nasenkapsel legt sich zu einer Zeit an, wo die Trabekelhörner noch völlig intact und die Oberlippen-Knorpel noch in Function sind, erlangt aber erst, nachdem letztere und die vorderen Hälften der Trabekelhörner zerstört sind, ihre volle Ausdehnung.

2. Allgemeine und vergleichende Bemerkungen.

Vor Allem möchte ich hier einige Worte über das Verhältniss der Nasenkapseln zu den Trabekeln anführen.

Soviel ist wohl aus der gegebenen Schilderung zweifellos zu erkennen, dass das Nasenskelet unabhängig von den Trabekelhörnern entsteht und nicht etwa aus ihnen „auswächst".

Das ist nun freilich schon von BORN seiner Zeit festgestelt worden; aber gerade diese Thatsache hat BORN und auch anderen Autoren Schwierigkeiten bereitet, da für die Urodelen sich das Gegentheil zu ergeben schien. BORN selbst sagt (4, p. 636), bei den Urodelen wachsen die Nasenkapseln „beinahe in der ganzen Länge der Trabekeln aus dem oberen und äusseren Rande derselben nach allen Seiten aus". Ebenso lässt WIEDERSHEIM (58, p. 361) die Nasenkapseln der Urodelen aus der „Ethmoidalplatte" hervorwachsen, d. i. der durch Concrescenz der Trabekel entstandenen vorderen Trabecularplatte. BORN erkennt den Grund für die verschiedenartige Bildung in der bei den Anuren eingeschobenen langen Larvenperiode, während der die Trabekelhörner in besonderer Weise verwandt werden und dadurch die Fähigkeit verlieren, die Nasenknorpel aus sich herauswachsen zu lassen. Den Kernpunkt der ganzen Frage trifft er offenbar mit der Bemerkung (p. 637): „wohl aber ist noch dasselbe Gewebe vorhanden, das im Anschlusse an den unteren und oberen Rand desselben" (i. e. des Trabekels) „um die Nasenhöhle herum verknorpelte, ich meine das Spindelzellengewebe, welches in diesem Stadium die Nasenhöhle umzieht, die Verknorpelung desselben tritt nur viel später auf und ist von den eigenartig weiter entwickelten Trabecularknorpeln losgelöst." Die ganze Frage wird gegenstandslos, sobald man die, soviel ich sehe, durch nichts bewiesene Anschauung fallen lässt, dass die „Trabekel" besondere Bildungs-Stätten für irgend welche Theile des Craniums sein müssten. Ich habe schon oben, bei Besprechung der Theile der Orbitalregion, die Auffassung vertreten, dass die Trabekel nur die zuerst verknorpelnden Partien des Primordial-Craniums seien, die nur dadurch, dass ihnen während eines langen Larvenlebens eine so bedeutende Function zufällt, auch eine mächtige Entwickelung erfahren. Die Beobachtungen bei den Urodelen sagen doch nur, dass hier der Boden und die Innenwand der Nasenhöhle im Anschluss an den Umfang des Trabekelhornes verknorpeln und zwar zeitlich so frühe, dass die Grenzen sich bald verwischen. Lediglich als ein etwas früher verknorpelter Theil der Nasenhöhlen-Wandung erscheinen die Trabekelhörner bei den Urodelen aber auch dadurch noch, dass sie von vornherein in den Dimensionen angelegt werden, in denen sie, ohne vorher eine Reduction zu erleiden, in die Knorpelwände der Nasenkapseln

einbezogen werden. Dass sie doch etwas früher verknorpeln als die übrigen Abschnitte der Nasenkapsel, ist wohl von dem oben erwähnten Gesichtspunkte aus zu verstehen, dass die Verknorpelung des Primordial-Craniums überhaupt nach mechanisch-zweckmässigen Regeln erfolgt, und dass überall zunächst das wichtigste Grundgerüst in Form von einzelnen Spangen angelegt wird. Dass bei den Urodelen aber die Nasenkapsel so bald ganz verknorpelt und dadurch die Trabekelhörner keine so selbstständige Entwickelung und Bedeutung erlangen, wie bei den Anuren, hängt in letzter Linie wohl auch damit zusammen, dass bei den Urodelenlarven schon der definitive Kieferapparat in Wirksamkeit tritt und nicht erst eine besondere larvale Einrichtung, wie bei den Anurenlarven. So kann die ganze Ethmoidalregion bei jenen schon früher in den definitiven Zustand übergehen.

Betrachtet man nun aber wirklich die „Trabekelhörner" nur als Theile der continuirlichen Nasenwand ohne besondere, sozusagen „generative" Bedeutung, so ergeben sich bei einem Vergleiche der Nasenhöhlen bei den Urodelen und Anuren viel interessantere Fragen, die noch der definitiven Beantwortung harren. Sie betreffen den Internasalraum, die eigene Innenwand der Nasenkapsel, die Entstehung des Septum. Ich muss in Betreff des letzten Punktes noch einmal auf die Differenz zwischen meiner Schilderung und der von Born für Rana gegebenen hinweisen. Born betont (4, p. 609) besonders, dass bei Rana das Septum aus Theilen entsteht, die genetisch in directem Zusammenhange mit den Trabekeln stehen. Zu dieser Auffassung gelangt er durch die (p. 605) gegebene Schilderung, dass der Theil der Ethmoidalplatte zwischen beiden Olfactoriis sich von vornherein als unpaares Gebilde auf der vorderen Trabecularplatte erhebe — während ich andererseits auch für Rana die Bildung zweier Ethmoidalpfeiler, einer Fenestra ethmoidalis und den erst secundär erfolgenden Verschluss dieser Fenestra beobachtet habe. —

Dass das Septum bei Rana[1]) eine besondere Bildung ist, die mit den seitlichen Anlagen der Nasenkapseln nichts zu thun hat, folgt aus der getrennten Anlage, in der auch die Verknorpelung ihren besonderen Gang geht, aus der erst secundären Verbindung mit den „Eigenknorpeln" der Nase, schliesslich aus der Thatsache, dass im vorderen Abschnitte der Nasenhöhle nicht nur ein Septum, sondern auch noch, davon getrennt, eine eigene Innenwand des Cavum superius vorhanden ist. Wie es dann zu verstehen ist, dass dem grösseren Theile der Nasenkapseln bei den Anuren eine eigene Innenwand fehlt, wird noch genauer zu untersuchen sein — vielleicht kommt hier die mediale Ausdehnung der Drüsen

[1]) Dass auch vielen Urodelen eine knorpelige Trennung beider Nasenhöhlen zukommt, ist mir wohl bewusst (cf. WIEDERSHEIM 58, p. 512 ff.), doch scheint mir dieselbe bei Siredon etwas anders zu Stande zu kommen, als bei Rana.

in Betracht — einige vergleichende Thatsachen über diesen Punkt möchte ich hier aber schon anführen.

So ist es zwar bekannt, aber nicht recht gewürdigt, dass auch bei manchen Urodelen, wie den Tritonen, eine eigene Innenwand der Nasenkapsel, also ein Abschluss nach dem Cavum internasale hin, nur im vorderen, allerdings bei weiterem grösseren, Abschnitte sich findet, dass dagegen im hinteren Abschnitte eine recht beträchtliche Fensterbildung vorhanden ist, die nach hinten hin an das Olfactorius-Foramen anschliesst. Denkt man sich an einer in der Entwicklung begriffenen Nasenkapsel von Rana die Septalanlage mit dem zwischen beiden Olfactoriis gelegenen vorderen Abschluss des Schädelcavums fort, so erhält man offenbar als Rest eine Kapsel, die nur im vordersten Abschnitte eine eigene Innenwand (für ihren oberen Theil) besitzt, in ihrem hinteren Theile dagegen medialwärts offen ist. Auch hier hätte man dann eine grosse Lückenbildung in der medialen Wand, die sich nach hinten zu in das For. olfactorium fortsetzte. Der einzige Unterschied wäre der, dass bei den Urodelen der Abschnitt mit eigener Innenwand sehr gross ist, bei den Anuren dagegen sehr klein ausfiele.

Für die Auffassung, dass bei den Anuren das Septum eine ganz selbständige Bildung ist und dass die eigene Innenwand der Nasenkapsel im grösseren hinteren Abschnitte nicht zur Ausbildung gelangt, spricht auch das, was Born über die Entwicklung der Nasenkapsel bei Pelobates festgestellt hat. Hier besitzt ja die Nasenhöhle während der Larvenperiode eine vollständige Innenwand, die mit Rücksicht auf die speciellen Larvenbedürfnisse zur Bildung des „Trabekelhornes" verwandt ist (Born l. c. Taf. XL, Fig. 7, 8), und zwischen den Innenwänden der beiden Nasenkapseln besteht ein ganz regulärer „Internasalraum", wie bei vielen Urodelen. Erst durch die Metamorphose wird diese ursprüngliche Innenwand zum Theil zerstört und es würde eine freie Communication mit dem Internasalraum eintreten, wenn nicht in diesem durch Verknorpelung des Schleimgewebes, das ihn erfüllt, eine Neubildung, das Septum, aufträte. Bei Rana besteht nur der Unterschied, dass der Theil des Knorpels der Nasenkapsel, der zum Trabekel verwendet wird,[1]) geringere Ausdehnung besitzt, nicht die ganze Höhe des inneren Umfanges einnimmt, sondern wesentlich auf den Boden beschränkt bleibt, eine vollständige Innenwand somit gar nicht erst zur Ausbildung gelangt, und daher von vornherein die Ausdehnung der Nasenhöhlenräume medialwärts bis an das Septum reicht.

So zeigt sich auch hier der Vergleich sofort vereinfacht und erleichtert, wenn man in den Trabekelhörnern nichts Anderes sieht, als Abschnitte

---

[1]) Worauf die verschiedene Mächtigkeit der Trabekelhörner bei Rana- und Pelobates-Larven beruht, hat BORN (4, p. 634) in scharfsinniger Weise auseinandergesetzt.

der knorpeligen Begrenzung der Nasenhöhlen, die vor den anderen nichts weiter voraus haben, als dass sie, weil an den statisch wichtigsten Stellen gelegen, zuerst verknorpeln, dabei aber ihre Ausdehnung durchaus nach den jeweiligen speciellen Bedürfnissen bestimmend. (Demnach bei Pelobates grösser als bei Rana.)

Eine andere Frage ist dann die, ob die Nasenkapseln specifische Sinneskapseln, etwa wie die Skleroticalknorpel des Auges, sind. Auf Grund ihrer von den Trabekeln ganz unabhängigen Entstehung musste GOETTE (21, p. 654) diese Frage bejahen, zumal gerade er den Trabekeln, der vorderen Trabecularplatte („Stammplatte") und den Trabekelhörnern eine ganz besondere Bedeutung für die Genese des Kopfskeletes beilegt. Da ich ihnen nur eine mechanische, wenn man will „architektonische" Bedeutung zuerkennen kann, so fällt für mich jener Grund fort. Ein Stadium, wie es Fig. 22 zeigt, verlockt ja allerdings sehr zu jener Auffassung, dazu kommt die ganz selbständige Entstehung des Septum, zu dem die Nasenkapsel zunächst in einem rein appositionellen Verhalten steht, und die zum Theil selbständige Entstehung des Bodens.

Ich möchte aber doch zunächst nichts weiter sagen, als dass die Kapsel sich dem eingeschlossenen Sinnesorgane innig anpasst, ihm somit eigenthümlich ist; daraus aber etwa einen Schluss auf die Phylogenese des Schädels zu ziehen, halte ich, zumal im Hinblick auf die Urodelen,[1]) für unthunlich. Die Frage muss an anderem Material entschieden werden; bei den Anuren mit ihrem langen Larvenleben wird Alles „appositionell" erscheinen, was erst in späterer Zeit verknorpelt und zu den Trabekeln, der vorderen Trabecularplatte und den Trabekelhörnern in Beziehung tritt. Diese lange Larvenperiode, in der der Schädel, sit venia verbo, „unter dem Zeichen des Trabekels" steht, ist aber etwas den Anuren Eigenthümliches, und ihre Einrichtungen dürfen darum nicht zu Rückschlüssen allgemeingültiger Natur verwendet werden.

Einen speciellen Vergleich des complicirten Nasengerüstes mit dem niederer und höherer Formen verspare ich mir für spätere Arbeiten.

Nur über eine Bildung seien noch einige Bemerkungen gemacht: den Antorbitalfortsatz und die Verbindungen seines Proc. maxilaris posterior mit dem Processus pterygoideus quadrati.[2])

[1]) Nur Menobranchus und Proteus könnten auch der GOETTE'schen Auffassung das Wort reden, doch wissen wir nichts über die Entwicklungsgeschichte der Nasenkapseln bei denselben. WIEDERSHEIM (58, p. 510) spricht sich direct dahin aus, dass die Trennung der Nasenkapseln von den Trabekeln bei diesen Urodelen etwas Secundäres sei. Das wäre auch an sich nicht ohne Analogon: löst sich bei jenen doch auch der Antorbitalfortsatz vom Trabekel los. Aber die Frage mag immerhin in dubio bleiben.

[2]) In einer mir soeben vom Verf. freundlichst übersandten Arbeit von KINGSLEY (29) findet sich in Bezug auf den Antorbitalfortsatz von Amphiuma die Bemerkung:

Als „Antorbitalfortsatz" habe ich oben einen Knorpel angesprochen, der bei den Anuren ziemlich spät und unter ganz besonderen Verhältnissen auftritt, aber durch sein Verhalten zu den Choanen sich durchaus als das Homologen des Gebildes darstellt, das bei den Urodelen unter dieser Bezeichnung geht und das wohl auch dem gleichnamigen Gebilde bei den Fischen entspricht. Darin, dass ich seine obere Grenze als durch das Foramen pro N. nasali bestimmt angebe, folge ich WIEDERSHEIM (58).

Ueber die Homologie des Knorpels bei Anuren und Urodelen kann meiner Ansicht nach kein Zweifel herrschen; der Unterschied, dass der Antorbitalfortsatz der Urodelen nur eine schmale untere Randleiste der hinteren Nasenwand — falls er nämlich in die Bildung derselben eingeht — darstellt, während er bei den Anuren diese ganze Wand fast allein bildet, kommt angesichts der Uebereinstimmungen gar nicht in Betracht.

Die WIEDERSHEIM'sche Monographie über den Urodelenschädel bietet eine schöne Uebersicht über die verschiedenen Formen, in denen sich der Knorpel bei den Urodelen vorfindet. Von dem ganz freien Verhalten bei Menobranchus und Proteus, über Menopoma weiter, wo er mit dem äusseren Umfange der Nasenkapsel zusammenfliesst, bis zu den Salamandrinen, wo er den Unterrand der hinteren Wand der Nasenkapsel bis zum For. pro N. nasali bildet, liesse sich eine continuirliche Reihe construiren, von der es nur fraglich ist, in wie weit sie den Gang der Phylogenese zum Ausdrucke bringt. Denn im allgemeinen wird man ja bei der Beurtheilung des Primordial-Craniums aller mit knöchernem Schädel versehener Vertebraten von der Ansicht ausgehen dürfen, dass der vollkommenere, complicirtere Zustand der ursprüngliche, der scheinbar einfache dagegen erst der secundäre, reducirte, ist. Das gilt ja auch schon für das gesammte Primordial-Cranium der Urodelen, das gegenüber den mächtig entwickelten secundären Gebilden, den Knochen, bei vielen For-

---

„The lower process may retain the name, antorbital, usually applied to it, for Amphiuma presents no evidence that it is the palatine cartilage as GAUPP interprets it" (p. 672). Hierzu möchte ich bemerken, dass ich die beiden Namen „Antorbitalfortsatz" und „Cartilago palatina" durchaus für dasselbe Gebilde gebraucht habe (17, p. 115: „die Cartilago palatina" oder wie die englischen Autoren HUXLEY und PARKER den Knorpel nennen. den „Processus antorbitalis"). Als „Processus palatinus" wird der Knorpel aber z. B. von FRIEDREICH und GEGENBAUR bezeichnet (14, p. 29) auch HERTWIG (24) nennt ihn auf den Figuren „Cartilago palatina" (C. p.), und WIEDERSHEIM (58, p. 483) spricht von einem Antorbitalfortsatz oder „Gaumenfortsatz" der deutschen Autoren. Da ich beide Bezeichnungen in der Literatur vorfand, so erwähnte ich sie auch beide, habe aber nicht etwa einem bekannten Gebilde eine neue Deutung geben wollen. KINGSLEY scheint unter „Palatine cartilage" hier etwas Besonderes zu verstehen; was das ist, kann ich aus seinen Angaben nicht ersehen.

men auf ein ganz einfaches „Gerüst" reducirt ist, — d. h. zeitlebens auf dem Zustande des vorläufigen Gerüstes stehen bleibt. —

Für das Verhalten des Proc. antorbitalis bei den Anuren, wo er einen Oberkieferfortsatz entwickelt, der mit dem Proc. pterygoideus zusammenfliesst, bietet unter den Urodelen nur Ranodon eine Analogie; doch ist es gar nicht unmöglich, dass dieser Zusammenhang beider Knorpel früher häufiger war und für das Verhalten bei manchen Formen den Ausgangspunkt darstellte. Thatsächlich werden Fortsatzbildungen, wie die am Nasenskelet von Spelerpes (WIEDERSHEIM, Fig. 108) viel verständlicher, wenn man sie als Andeutung dafür auffasst, dass sie einst der Verbindung mit dem Processus pterygoideus quadrati dienten (cf. auch das über den Proc. pteryg. Gesagte).

Damit will ich natürlich nicht sagen, dass eine solche Verbindung bei allen Urodelen bestanden habe; ebenso brauche ich wohl kaum besonders zu erwähnen, dass diese Verbindung des äusseren Endes des Antorbitalfortsatzes mit dem Proc. pterygoideus absolut nichts zu thun hat mit der primären Verbindung zwischen Antorbitalfortsatz und Quadratum, wie wir sie bei den Anuren und weiter zurück bei den Teleostiern und Knochenganoiden finden. Von dieser ist bei den Urodelen gar keine Spur mehr vorhanden. Ja, die Entstehung der secundären Verbindung zwischen Proc. maxillaris post. und Proc. pterygoideus ist gar nicht anders erklärbar, als dass nach Aufgabe der primären Befestigung das Quadratum sich aus der Ethmoidalregion, in die es bei den Teleostiern hineinreicht, zurückzog, und dabei mit seinem vordersten frei gewordenen Ende eine neue Befestigung erlangte. —

Vielleicht lässt sich übrigens die Bildung des „Oberkieferfortsatzes" des Proc. antorbitalis auch von einer viel älteren Einrichtung herleiten: die Aehnlichkeit, die der von GEGENBAUR (19, p. 102 sq.) als „Schädelflossenknorpel" bezeichnete Skelettheil bei Hexanchus und Heptanchus (vergl. Taf. I. u. X. Fig. 1 u. 2 M.) mit unserem Oberkieferfortsatz besitzt, ist frappant. Doch weise ich zunächst nur auf die Thatsache hin.[1])

Höher hinauf wird die Verbindung zwischen Nasenkapsel und dem Chondropterygoid nicht vererbt, doch findet sich der „hintere Oberkieferfortsatz" zweifellos wieder bei den Sauriern (Lacerta agilis, vivipara, Anguis fragilis, Platydactylus maur.) in dem von SOLGER (47) zuerst entdeckten Knorpelfortsatz, dessen caudales Ende sich sehr weit auf das

---

[1]) Da zur Erwerbung einer neuen Erkenntniss gar nicht genug empirisches Material herbeigeschafft werden kann, so möchte ich hier darauf hinweisen, dass ich (16, p. 112 Anm.) bei Sauriern einen Abschnitt des Oberkieferfortsatzes sich selbständig anlegen sah; ferner, dass PARKER (33, p. 607) bei Bufo ein vom Antorbitale getrenntes „Ethmopalatinum" beschreibt.

knöcherne Maxillare nach hinten schiebt, ohne jedoch den Processus pterygoideus zu erreichen (cf. auch 16).

Ueber das Verhalten bei den Säugern besitze ich keine eigenen Erfahrungen. —

Zwar sehr verständlich in ihrer mechanischen, aber sehr unklar in ihrer morphologischen Bedeutung sind die „unteren Pränasalknorpel" (WIEDERSHEIM'sche Knorpel).

Auch die Urodelen (Triton) besitzen sie, wenn auch sehr gering entwickelt. Aber — und das ist ein interessanter Punkt — bei den letzteren stellen sie die vorderen Enden der „Trabekelhörner" dar, während sie bei den Anuren selbständig über den Trabekelhörnern angelegt werden. Es kann das wohl, ebenso wie der Umstand, dass ein Theil des Trabekelhornes ganz aus der Bildung der Nasenkapsel ausgeschlossen wird und statt seiner ein neuer Boden sich bildet, nicht anders aufgefasst werden, wie als specielle Anpassung der Anuren, bei denen die Trabekelhörner ganz in der larvalen Bestimmung aufgehen.

Bei der Betrachtung der unteren Pränasalknorpel der Anuren drängt sich unwillkürlich der Gedanke an das „Rostrum" mancher Selachier auf, — doch will ich mich auch hier vorläufig mit dem blossen Hinweise begnügen.

Welche Stellung und Bedeutung vergleichend-anatomisch den Oberlippenknorpeln zuzuerkennen ist, wird erst eine erneute entwicklungsgeschichtliche Untersuchung der bei den Fischen mit diesem Namen belegten Gebilde ergeben können.

Die von STÖHR festgestellte Thatsache, dass die Oberlippenknorpel der Anuren zusammen angelegt werden mit den Trabekelhörnern, wird dabei für die Beurtheilung ausschlaggebend sein.

V. Kieferbogen.

Von den Skelet-Gebilden, die sich am Aufbau des Knorpelschädels betheiligten, beanspruchen die Elemente des Kieferbogens ein ganz besonderes Interesse, angesichts der ungemein wechselnden Form, Lage und Beziehung zum Cranium, in denen sie uns bei den verschiedenen Thierklassen gegenüber treten. Nicht erst bei den Säugern machen sich die Complicationen bemerkbar durch Ausschaltung eines Theiles jener Elemente aus dem Kauapparat, sondern sie beginnen schon viel tiefer in der Wirbelthier-Reihe und bedingen schon hier eine ausserordentliche Mannigfaltigkeit der Gestaltung und Anordnung jener Theile. So treffen wir bei den Selachiern die ligamentöse Vereinigung der Vorder-Enden der Palato-Quadrata, ein Verhalten, an das sich das bei den Sturionen anschliesst. Schon die Knochenganoiden zeigen dann die Trennung der beiderseitigen

Vorder-Enden durch die ganze Breite des Cranium, und die Gelenkverbindung des Palato-Quadratums mit der Unterfläche des Antorbitalfortsatzes. Bei den Teleostiern ist dann schliesslich aus der einfachen Befestigung eine doppelte geworden: mit dem Antorbitalfortsatz und der davor gelegenen Ethmoidalregion des Schädels.

Von welcher dieser eben kurz skizzirten Formen bei den Fischen man dann die Verhältnisse bei den Amphibien herleiten sollte, war so lange eine schwierige Frage, als die Betrachtung wesentlich von den einfachen und daher für primär gehaltenen Zuständen bei den Urodelen ausging. Durchaus berechtigt war es, wenn WIEDERSHEIM (59, p. 130) im Anschluss an PARKER sich dahin ausspricht: „In Berücksichtigung des ontogenetisch relativ spät auftretenden, knorpeligen Pterygoids ist man zu der Annahme berechtigt, dasselbe für eine von den Urodelen neu erworbene Bildung zu halten, die mit dem Palatoquadratbogen der Fische nichts zu schaffen hat. In dem fast vollständigen Schwund des letzteren liegt einer der Hauptdifferenzpunkte zwischen dem Fisch- und Urodelenschädel“. Ebenso berechtigt war es, solange man mit PARKER den larvalen Subocularbogen der Anuren sich direct in den definitiven umbilden liess, in diesem merkwürdigen Entwicklungsgange auch zwischen Anuren und Urodelen einen nicht unwesentlichen Unterschied zu erblicken.

Hier haben mich nun meine Untersuchungen zu Resultaten geführt, über die ich schon vor einiger Zeit kurz berichtete, und die geeignet erscheinen, die bestehende Lücke in durchaus befriedigender Weise auszufüllen. Nicht die Urodelen mit ihren scheinbar so primären Verhältnissen im Bau des Quadratums sind geeignet, den Uebergang von den Fischen zu vermitteln, sondern die Anuren, deren Besonderheiten im Schädelbau nun eine ganz besondere Bedeutung erlangen. Diese Anschauung gründet sich auf die Erkenntniss der Vorgänge, die den Subocularbogen der Kaulquappe in den des erwachsenen Frosches überführen. —

Von dieser Bedeutung in vergleichend-anatomischer Hinsicht abgesehen, ist aber der ganze Process der Stellungsänderung des Quadratums bei den Anuren schon an sich eine ausserordentlich interessante Erscheinung, und der Modus, nach dem sich dieser Wechsel der Organisations-Verhältnisse vollzieht, ein Problem, dessen Lösung bisher noch keineswegs befriedigend gelungen war.

Die beiden Gesichtspunkte, den rein ontogenetischen und den vergleichend-anatomischen, habe ich im Nachfolgenden, wie auch in den andern Kapiteln, streng von einander getrennt.

Als genetisch zum Quadratum gehörig ist hier noch mit zu besprechen der Annulus tympanicus, der im ersten Theil (Stad. IV) bei der Labyrinth-Region Erwähnung fand; ich lasse seiner Beschreibung

die des Kieferapparates (Quadratum, MECKEL'scher Knorpel, Unterlippenknorpel) vorangehen.

A. Quadratum, Meckel'scher Knorpel, Unterlippen-Knorpel.

Literatur.

Von den bisherigen Literatur-Angaben will ich nur die wesentlichsten hervorheben. Die erste Anlage des Quadratum's sowie der MECKEL'schen und Unterlippen-Knorpel hat STÖHR (50) beschrieben und unter Berücksichtigung der Angaben von DUGÈS, REICHERT, PARKER, GOETTE, behandelt. Die selbstständige Anlage des Quadratums, die Natur des Proc. ascendens, die Zusammengehörigkeit des MECKEL'schen und des Unterlippenknorpels sind von STÖHR festgestellt worden. Ueber die ersten Anlagen hinaus hat jedoch STÖHR den Gegenstand nicht verfolgt, und so führt auch die „Commissura quadrato-cranialis anterior" noch, entsprechend der seinerzeit von PARKER gegebenen Schilderung, die Bezeichnung: „Pterygopalatin-Fortsatz".

Ueber die Stellungsänderung des Quadratums macht schon REICHERT (39) einige in manchen Punkten ganz zutreffende Bemerkungen. So giebt er z. B. ganz richtig an, dass der ganze hintere Abschnitt des Quadratums verkümmere (p. 51), so das auch „das Gelenkstück für das Suspensorium des Zungenbeinkörpers vorloren geht und letzteres sich häutig an den Knorpel des Gehörorgans anheftet". Die Frage, von wo wohl die Kraft ausgehe, die auf einmal den ganzen Suspensorial-Apparat in Bewegung setzt, hat sich REICHERT nicht vorgelegt, daher er denn auch meint: „Der MECKEL'sche Knorpel mit dem knöchernen Unterkieferstreifen vergrössert sich in dem Maasse, als der Quadratbeinknorpel zurückgeht" (p. 53), während die Reihenfolge der Erscheinungen gerade die umgekehrte ist.

Die Schilderung PARKER's (32) von der Umwandlung des subocularen Bogens ist zu bekannt, als dass ich nöthig hätte, sie nochmals auseinander zu setzen. So möchte ich nur noch anfügen, dass PARKER auch in seinen späteren Veröffentlichungen (33 und 34) den Proc. ascendens der Larve mit pd. (= Pediculus) bezeichnet, und für die Commissura quadrato-cranialis anterior die Benennung „Pterygopalatin" beibehält.

Die Darstellung, die GOETTE (21) von der Umwandlung des subocularen Bogens giebt, ist so unverständlich, dass ich auf sie nicht näher eingehen kann. Einige unrichtige Angaben, so jene von der Betheiligung des Processus ascendens („Schläfenflügelknorpel") an der Bildung der Schädel-Seitenwand, sind schon von STÖHR richtig gestellt worden. Eine Bildung, auf die ich in meiner Schilderung Werth lege, das Lig. quadrato-

ethmoidale, hat GOETTE, ebenso wie übrigens auch schon PARKER, richtig gesehen.

Auf Einzelheiten werde ich im Verlaufe der Schilderung aufmerksam zu machen haben.

I. Larvales Verhalten und Umbildung des Kieferapparates.

a) Bis zum Beginn der Stellungsänderung des Quadratums.

Durch die Untersuchungen STÖHR's (50) ist die erste Anlage des Quadratums, sowie des MECKEL'schen und Unterlippenknorpels klargestellt und sind diese Theile nach ihrer Verknorpelung verfolgt worden bis zu einem Zustande, der meinem ersten Stadium entspricht. Ich kann daher gleich mit diesem beginnen.

Das Quadratum ist hier bereits eine doppelte Verbindung mit dem Cranium eingegangen

1. vor der Ohrkapsel durch den Proc. ascendens;
2. dicht hinter der „vorderen Trabecularplatte“ durch die Commissura quadrato-cranialis anterior (über den Namen vergl. unten, sowie 17, p. 117).

Zwischen diesen beiden Verbindungen erstreckt es sich als ein in dorso-ventraler Richtung abgeplattetes Band parallel der Schädelaxe, trägt im vorderen Abschnitte auf seinem lateralen Rande den Proc. muscularis, an der Unterfläche die Anlagerungsstelle für das Hyoid, und erstreckt sich auch mit seiner Pars articularis über die vordere Schädel-Verbindung hinaus nach vorn, so dass das Quadrato-Mandibular-Gelenk in gleicher Ebene mit der Vorderfläche des Trabekelhornes steht. Hinten endet es zunächst mit freiem abgerundeten Rande. —

Der erste Fortschritt, der sich nun vollzieht, ist die Bildung eines primären „Proc. oticus“ (Fig. 12). Dieser tritt auf bei Larven von ca. 21 mm Gesammtlänge am äusseren hinteren Umfange des Quadratums, und bildet sich schräg nach innen und oben, um mit dem am meisten nach vorn aussen vorspringenden Theile der Ohrkapsel (Gegend der Macula der äusseren Ampulle) zu verschmelzen. Die Bildung eines verdichteten Gewebszuges geht der Verknorpelung voraus. Diese findet übrigens nicht allein im Anschluss an das Quadratum statt, sondern auch von der Ohrkapsel aus schiebt sich ein kurzer stumpfer Knorpelfortsatz in jenes Band hinein vor und verschmilzt mit dem vom Quadratum aus kommenden. Bei Larven von 23 mm ist eine feste Verbindung erfolgt, eine Trennung der beiden Antheile nicht mehr möglich. Der primäre Ohrfortsatz stellt zunächst einen drehrunden Stiel dar, der weder an der Ohrkapsel, noch am Quadratum eine Verbreiterung zeigt.

Dies verändert sich während des Larvenlebens dadurch, dass seine Befestigung an der Ohrkapsel sich in sagittaler Richtung bedeutend verbreitert und zwar caudalwärts, so dass eine der Ohrkapsel aussen ansitzende Leiste, Crista parotica, entsteht, mit deren vorderstem Theile der Proc. oticus verbunden ist (Fig. 25, 27).

Die Bildung dieser Leiste dürfte hauptsächlich — wenn nicht ausschliesslich — von der Ohrkapsel selbst erfolgen. In diesem Zustande verharrt dann der primäre Proc. oticus bis gegen das Ende der Metamorphose, wo er sehr rasch zerstört wird. Doch bildet sich nach dem Schwunde des Schwanzes der Froschlarve eine neue, definitive Befestigung des unterdessen in Form und Stellung stark umgewandelten Quadratum mit der Ohrkapsel aus, auf die ich zurückkomme.

Erst nachdem der primäre Proc. oticus seine Befestigung an der Ohrkapsel erlangt hat, beginnt die Bildung des Proc. quadrato-ethmoidalis. Ich habe in meiner früheren Veröffentlichung (17) diesen Fortsatz bereits als Proc. pterygoideus bezeichnet, halte es aber, namentlich auch mit Rücksicht auf die vergleichend-anatomischen Ergebnisse für zweckmässig, jenen oben angegebenen Namen zu gebrauchen. Denn der bleibende Proc. pterygoideus wird auch zum Theil noch von einem Reste der Commissura quadrato-cranialis anterior gebildet, der Proc. quadrato-ethmoidalis stellt nur sein vorderes Stück dar. Der letztere Name wurde gewählt mit Rücksicht darauf, dass der Fortsatz sich in das Lig. quadrato-ethmoidale vorschiebt und wahrscheinlich einem Fortsatz bei den Teleostiern, auf den jener Name ebenfalls ganz gut passt, zu homologisiren ist.

Das oben erwähnte Lig. quadrato-ethmoidale ist schon auf meinem jüngsten Stadium deutlich nachweisbar und erstreckt sich ungefähr von der Mitte des Vorderrandes der Commissura quadrato-cranialis ant. dicht vor der Choane vorbei zur unteren äusseren Trabekelkante, vor der vorderen Trabecularplatte (Fig. 13 L. q.-ethm.). Es sei hier gleich angeführt, dass PARKER (23 u. 24) das Band bei einer ganzen Anzahl von Anuren beschreibt und abbildet; es führt bei ihm den Namen „prepalatine ligament“.[1]) Da PARKER, wie oft, so auch hier, mit demselben Namen ganz verschiedene Dinge belegt, — so heisst bei ihm auch mein „Proc. maxillaris anterior“ der Nasenkapsel „prepalatine spur“ —, so glaubte ich von dieser Nomenclatur ganz absehen zu müssen. Die Bezeichnung „quadrato-ethmoidale“ dürfte sich am besten vergleichend-anatomisch verwerthen lassen. Die Beziehung zum bleibenden Proc. pterygoideus ist übrigens PARKER unbekannt geblieben.

In dieses Band hinein schiebt sich bei Larven von ca. 25—30 mm vom Quadratum aus der Proc. quadrato-ethmoidalis vor, zunächst noch

[1]) Auch GOETTE hat von Bombinator das Ligament abgebildet und beschrieben, ebenso SEWERTZOW (46, p. 5) von Pelobates.

durch die vordere Hälfte des Ligaments mit dem Trabekel verbunden, und verharrt längere Zeit als ein sehr kurzer Fortsatz am Vorderrande der Commissura quadrato-cranialis ant. (Fig. 12 u. 13). Allmählich bildet sich jedoch eine knorpelige Nasenkapsel über den Trabekelhörnern aus und damit zugleich ein mit der Hinterwand derselben in Verbindung stehender „Processus maxillaris posterior", ein hakenförmig gekrümmter Fortsatz mit nach aussen gerichteter Convexität der Krümmung und freiem nach unten innen gekehrtem Ende. Dieses legt sich dann (Fig. 24) an die Aussenseite des Proc. quadrato-ethmoidalis des Quadratums an und wird mit diesem durch kernreiches „prochondrales" Gewebe verbunden. Wenn die neue secundäre Verbindung des Proc. quadrato-ethmoidalis mit der Nasenkapsel sich ausbildet, geht die alte, durch das Ligament hergestellte, mit dem Trabekel zu Grunde. Das geschieht, während noch das Quadratum fast seine frühere Stellung beibehalten hat, und die Commissura quadrato-cranialis ant. noch vorhanden ist. Ein solches Stadium giebt ein ausserordentlich instructives Bild, das den Uebergang von der ichthyoiden Larvenstellung des Quadratums zu der des umgewandelten Thieres auf's Klarste illustrirt (cf. Fig. 24).

Die weitere Ausbildung zum bleibenden Proc. pterygoideus ist bei der Darstellung der Metamorphose geschildert (p. 439).

Als eine Bildung von nur vorübergehender Existenz und zunächst noch ganz unbekannter Bedeutung erscheint dann bei Larven von ca. 30 mm Länge ein kurzer Fortsatz, der sich vom Hinterrande der Commissura quadrato-cranialis anterior aus, nahe dem Trabekel, nach hinten hin erstreckt. Er schiebt sich in die Membran vor, die zwischen dem Innenrande des Quadratums und der unteren äusseren Kante des Trabekels ausgespannt ist und das suboculare Fenster verschliesst (Membrana subocularis). Ich will ihn als P r o c e s s u s p s e u d o - pterygoideus bezeichnen. Er wurde oben bei Schilderung der einzelnen Stadien noch nicht erwähnt, da er bei dem zweiten (von 29 mm) noch nicht, bei dem dritten (Frosch in der Metamorphose) nicht mehr vorhanden war. Bei Beginn der Metamorphose geht er spurlos zu Grunde.

Die bisher genannten Bildungen entstehen während der Larvenzeit und sind, mit Ausnahme des Proc. quadrato-ethmoidalis, der erst kurz vor der Metamorphose auftritt und als Theil des bleibenden Proc. pterygoideus in den erwachsenen Schädel hinübergenommen wird, auch auf die Larvenperiode beschränkt. Sehen wir von dem Proc. pseudo-pterygoideus ab, der seiner Bedeutung nach noch unklar ist und nur eine ganz vorübergehende Existenzdauer besitzt, so ist also das Quadratum der Kaulquappe durch drei knorpelige Fortsätze, den Proc. oticus, ascendens und die Commissura quadrato-cranialis mit dem Cranium fest verbunden. Es bildet auf diese Weise eine ausserordentlich feste Skelet-Grundlage für die sehr kräftig entwickelten Muskeln des Kauapparates der Larve. Auf die Anordnung dieser Musculatur näher einzugehen, würde mich

hier zu weit geführt haben; so muss ich vorläufig auf die Schilderungen bei DUGÈS und GOETTE verweisen. Dem letzteren bin ich in der Bezeichnung der Muskeln gefolgt.

Eine Neubearbeitung der Kiefermusculatur wird vor Allem auch die Verhältnisse beim erwachsenen Thiere zu revidiren und eine rationelle Nomenclatur, wie sie von C. K. HOFFMANN (25) bereits in Angriff genommen ist, zu schaffen haben. Die Verwirrung, die hier durch das Operiren mit den Ausdrücken der menschlichen Anatomie (Temporalis, Pterygoideus, Masseter) herbeigeführt ist, lässt die gänzliche Aufgabe dieser Bezeichnungen als durchaus nothwendig erscheinen. Für die Muskeln der Larve wird sich dann die Bildung einer speciellen Nomenclatur ebenfalls nicht von der Hand weisen lassen.

Ueber den MECKEL'schen und Unterlippen-Knorpel ist an dieser Stelle kaum noch etwas hinzuzufügen; sie verharren während des ganzen Larvenlebens in dem Zustande, der oben bei Besprechung des Stadium I geschildert ist. Aus den Untersuchungen von STÖHR wissen wir, dass die erste Anlage beider Gebilde gemeinsam ist. Das Vorhandensein eines besonderen unpaaren Copulare zwischen beiden Unterlippenknorpeln, das bei Larven von ca. 20 mm hyalinkorpelig wird, ist bisher nicht genügend beachtet worden (cf. Fig. 9 u. 12).

b) Stellungsänderung und secundäre Befestigungen des Quadratums, Umformung des MECKEL'schen und Unterlippen-Knorpels.

Die ersten Veränderungen, die die Umbildung des Kieferapparates einleiten, machen sich am Unterlippenknorpel bemerkbar (bei Larven von ca. 39 mm Gesammtlänge, 14 mm Körperlänge, mit starken hinteren Extremitäten. — Die Bildung der Nasenkapsel hat begonnen). Hier treten ausgedehnte Zerstörungsprocesse auf, und zwar hauptsächlich in den vorderen oberen Partien, die über das Niveau der Verbindung mit dem Quadratum emporragen. Ebenso wie diese Theile gehen aber auch zu Grunde die nach hinten vorspringenden Abschnitte der unteren Enden. So wird die ursprünglich hohe Platte des Unterlippenknorpels umgewandelt in einen drehrunden Stab, der mit dem der anderen Seite durch das mehrfach erwähnte Copulare verbunden ist und, indem er sich ganz in die Horizontale einstellt, die beiden MECKEL'schen Knorpel auseinander treibt. Wie auch an anderen Stellen des Anuren-Cranium wird hier aus einer ursprünglich viel umfangreicher angelegten Masse — wie aus dem Block — durch Entfernung des Ueberschüssigen erst die definitive Form herausgearbeitet.

Das Quadratum zeigt, wenn die Umwandlung des Unterlippenknorpels beginnt, erst am hinteren Rande der Commissura quadratocranialis ant. und am Proc. ascendens Spuren der beginnenden Er-

weichung des Knorpels, derselbe verliert seine färbbare Grundsubstanz, die einzelnen an Grösse und Form ungemein variirenden Knorpelhöhlen werden nur noch durch blasse Linien von einander getrennt.

Dem Unterlippenknorpel folgt unmittelbar der MECKEL'sche Knorpel nach. Auch er geht aus der S förmig gekrümmten Gestalt in die eines drehrunden gestreckten Stabes über, die vorspringenden Convexitäten der Krümmung werden zerstört. An ihm macht sich dann weiterhin ein sehr erhebliches Längenwachsthum bemerkbar, das eine Auseinanderdrängung der beiden Quadrata zur Folge hat.

Vom Quadratum wird zuerst völlig zerstört und resorbirt der Proc. ascendens (Fig. 24, wo noch seine beiden früheren Befestigungsstellen, die am Quadratum und am Schädel, deutlich vorspringen); die Commissura quadrato-cranialis dagegen bleibt etwas länger bestehen. Ihre Zerstörung erfolgt, wie schon bemerkt, vom hinteren Rande aus, der Proc. pseudo-pterygoideus geht ebenfalls sehr früh zu Grunde. Der völligen Zerstörung geht, wie überall, das Verschwinden der Knorpel-Grundsubstanz voraus, und dass dadurch der ursprünglich feste Knorpel weich und nachgiebig wird, lässt sich gerade hier an der Commissura quadrato-cranialis ant. sehr deutlich erkennen. Fig. 24 zeigt einen Zustand, wo die Zerstörung noch nicht weit gediehen ist, die Commissur ist zwar schon bedeutend schmäler geworden, stellt aber immer noch einen ganz kräftigen Balken dar. Trotzdem ist das Quadratum schon ein ganzes Stück zurückgewichen, wie aus der Stellung des Quadrato-Mandibular-Gelenks sowie aus gewissen Faltungserscheinungen am hinteren Quadratabschnitte hervorgeht (MECKEL'scher und Unterlippenknorpel sind horizontal gestreckt) — ein Beweis, dass das Gewebe der Commissura quadrato-cranialis ant. nachgegeben hat, dass der Balken in sich geknickt wurde. Und in der That zeigt derselbe jetzt bei mikroskopischer Untersuchung jenes helle fast gar nicht gefärbte Gewebe, von dem eine solche Weichheit schon von vornherein vermuthet werden konnte. Die Auflösung des medialen Abschnittes der Commissur schreitet nun rasch weiter und ist bald ganz beendet. Dabei wird jedoch aus ihrem an dem Quadratum befestigten Abschnitte ein die rückwärtige Verlängerung des Proc. quadrato-ethmoidalis bildendes Stück geschont, also ebenfalls wieder aus der massigeren Anlage „herausgearbeitet". Der Proc. quadrato-ethmoidalis hat dadurch einen Zuwachs in caudaler Richtung erhalten und entspringt nun als Proc. pterygoideus unmittelbar an dem Innenrande des Quadratkörpers selbst (vergl. Fig. 24 mit Fig. 25). Der bleibende Proc. pterygoideus besteht demnach aus dem erst ziemlich spät entstandenen Proc. quadrato-ethmoidalis und einem Reste der Commissura quadrato-cranialis ant.

Nach der Zerstörung der Commissura quadrato-cranialis ant. kann nun die Verschiebung des Quadratums sehr viel rascher und ergiebiger vor sich gehen. Da jedoch die Ohrkapsel einen festen Widerstand dar-

bietet, der primäre Proc. oticus auch zunächst noch erhalten bleibt, so kommen in der That nur zwei principiell verschiedene Möglichkeiten für ein solches Zurückweichen in Betracht: es könnte sich, unter Abknickung am Proc. oticus, das Quadratum in irgend einer Ebene winklig zur Schädelaxe stellen, das Quadrato-Mandibular-Gelenk also nach aussen, oben oder unten ausweichen — in diesem Falle könnte die Integrität des ganzen Stückes gewahrt bleiben — oder aber das Quadratum in sich selbst unter Zerstörung seiner Substanz zusammengeschoben werden, demnach in der Hauptsache immer parallel seiner ursprünglichen Richtung bleiben. Die erstere Anschauung findet sich bei Parker vertreten. P. geht von der irrigen Anschauung aus, dass die Commissura quadrato-cranialis ant. („pterygo-palatine bar") sich bedeutend verlängere und secundär in den Palatin- und Pterygoid-Abschnitt gegliedert werde, von denen der letztere eine in der Hauptsache nach hinten gehende Richtung einnehme und durch sein Auswachsen den Körper des Quadratums nach hinten dränge. Letzterer stelle sich zunächst senkrecht zur Schädelaxe und schliesslich so, dass das Quadrato-Mandibular-Gelenk nach hinten gerichtet ist (cf. Parker, 32, Pl. VII, Fig. I, III, V und Pl. X der schematischen Figuren). Diese Schilderung Parker's ist nicht richtig, vielmehr geht in der Hauptsache das Zurückweichen des Quadratums nach dem zweiten von mir oben als möglich bezeichneten Modus vor sich, und im Anfang wenigstens ist nur eine geringe Neigung des vorderen Abschnittes gleichzeitig wahrnehmbar. Erst später wird diese beträchtlicher.

Die Fig. 24 zeigt bei a die Stelle, von der aus der Proc. ascendens entsprang, und unter b eine in der Richtung des Pfeiles beginnende Einfaltung des Quadratums, das hier in seinen hinteren Partien die charakteristischen Erweichungsvorgänge zeigt. Auf Fig. 27 ist die Einfaltung vollzogen, das Gewebe der Falten bereits theilweise zerstört und ihre Umrisse nur noch durch das Perichondrium erkennbar. Diese Faltenbildung am hinteren Abschnitte des Quadratums zeigt wohl ganz deutlich, dass der Anstoss zu der Stellungsänderung von vorne her ausgeht, wie ja auch die ersten Veränderungen am Unterlippen- und Meckel'schen Knorpel bemerkbar waren. Thatsächlich sind sie auf dem Stad. der Fig. 24 schon weit vorgeschritten. Eine leichte Neigung des vorderen Quadratendes ist zweifellos, hauptsächlich aber giebt sich doch der Mechanismus so zu erkennen, dass unter dem von vorne her wirkenden Drucke das Quadratum nach hinten gedrängt und, da die Resorption der hinteren Partien mit dem Auswachsen des Meckel'schen Knorpels nicht gleichen Schritt hält, die erweichten Theile rein mechanisch in „Stauungsfalten" übereinandergeschoben werden. Dieses Princip macht sich nun noch weiter geltend. Die entstehenden „Falten" werden völlig resorbirt und damit verliert das Quadratum auch seine Verbindung mit der Ohrkapsel. Der Proc. oticus geht ebenfalls zu Grunde. Eine völlige Selbständigkeit des Quadratums ist damit allerdings nicht bewirkt, da die

Verbindung des Proc. pterygoideus mit der Nasenkapsel bereits besteht. Diese Verbindung gestattet jedoch das Zurückweichen des Quadratums dadurch, dass hier der Proc. pterygoideus sehr bedeutend in die Länge wächst. Dieses Auswachsen des Proc. pterygoideus als das Primäre bei der Verschiebung anzunehmen — was ja natürlich auch denkbar wäre — erscheint mir darum nicht zulässig, weil schon, bevor die Verbindung zwischen ihm und der Nasenkapsel besteht, die ersten Faltungsvorgänge am Quadratum sich zeigen. Ich glaube deshalb die Veränderungen des MECKEL'schen und Unterlippenknorpels als die Causa movens ansehen zu müssen. Nach der Zerstörung der zuerst entstandenen Falten und Lösung der Ohrkapselverbindung schreitet der entsprechende Process weiter vor, immer die hintersten Partien zuerst ergreifend. Doch glaube ich nach Feststellung des Princips, darauf nicht weiter eingehen zu brauchen, und verweise nur noch auf Fig. 38, die ein weiteres Stadium darstellt, auf dem der Proc. oticus ebenso wie die zuerst entstandenen Falten zerstört sind und bereits eine neue Einfaltung zu constatiren ist. Dass man auf Querschnitten in diesen Stadien die merkwürdigsten und für sich kaum verständlichen Bilder erhält, ist wohl klar (Fig. 33).

Der Proc. muscularis wird während der Metamorphose sehr viel niedriger, ist jedoch noch ziemlich lange nachzuweisen. (In Fig. 38 durch die rothe unterbrochene Linie angedeutet.) Schon oben wurde betont, dass mit der durch Erweichung, Einfaltung und Zerstörung der Falten bewirkten Verkürzung der Pars metapterygoidea anfangs nur eine sehr allmähliche Aufrichtung verbunden ist. Je kürzer aber die Pars metapterygoidea wird, desto ausgesprochener dreht sie sich, so dass die ursprünglich dorso-ventral schauenden Flächen zu vorderen und hinteren werden (Fig. 40). Wenn dies soweit vorgeschritten ist, dass die ursprünglich dorsale Fläche ausgesprochen frontal steht und nach vorn sieht, hat zugleich die Verkürzung ihr Ende erreicht: das obere (früher hintere) Ende des Quadratums steht unterhalb des vordersten Abschnittes der Crista parotica, die Abgangsstelle des Proc. pterygoideus liegt ungefähr in der Ebene der Schädelbasis, d. h. bis auf die Länge des senkrechten Abstandes von der Crista parotica bis zur Ebene der Schädelbasis ist jetzt die ursprünglich so weit ausgedehnte Pars metapterygoidea verkürzt. Alsdann tritt eine abermalige Verschmelzung ihres oberen Endes mit der Crista parotica ein, sowie die Verknorpelung des „Proc. basalis", der jedoch erst weiter unten geschildert werden soll. Bei der Verschmelzung des Quadratums mit der Crista parotica schiebt sich ersteres — und zwar scheint das der stehengebliebene Rest des Proc. muscularis zu sein — sehr weit unter die Crista nach hinten, so dass diese einen Zuwachs in senkrechter Ausdehnung erlangt.

Schon während der Process der Verkürzung der Pars metapterygoidea noch im Gange ist, beginnt auch die Pars articularis Veränderungen zu zeigen: sie wächst immer bedeutender aus.

Solange der MECKEL'sche Knorpel noch transversal verläuft, bildet die vordere nach unten innen sehende Kante des Quadratums einen walzenförmigen Gelenkkörper, dem der MECKEL'sche Knorpel mit einer flachen Pfanne ansitzt.

In dem Maasse jedoch als der MECKEL'sche Knorpel sich mehr in die Sagittale einstellt, wird ein neues Gelenk geschaffen, und zwar bildet sich auf der Unterfläche der Pars articularis Quadrati eine Pfanne aus. Die Einzelheiten dieses Vorganges sind recht complicirt, können aber doch wohl etwas kurz abgefertigt werden (vergl. Fig. 24, 38, 40). Das Wichtigste ist, dass die Bildung des definitiven Kiefergelenks erst stattfindet, wenn das Quadratum schon bedeutend aufgerichtet ist und nur mit seiner unteren vorderen Kante den MECKEL'schen Knorpel berührt. Um hier grössere Contactflächen zu schaffen, wächst aus der Unterfläche der Pars articularis zunächst ein zungenförmiger Fortsatz im Anschluss an die mediale Ecke der vorderen Quadratkante an die mediale Seite des Unterkiefers; erst sehr viel später wächst dann noch die laterale Kante der Pars articularis weiter aus und bildet den äusseren Rand der sehr flachen Cavitas glenoidalis (Fig. 38 und 40). Die Pars articularis ist es dann auch, die nach der Verbindung des Quadratums mit der Crista parotica sich noch weiter caudalwärts ausdehnt; lediglich durch ihr weiteres Wachsthum wird es bedingt, dass schliesslich das Kiefergelenk eine ganze Strecke hinter der Ohrkapselverbindung des Quadratums liegt. Die Pars metapterygoidea, die jetzt eigentlich eine „hyperpterygoidea" darstellt, biegt später nur in ganz geringem Grade mit ihrem untersten Abschnitte nach hinten ab (Fig. 40 u. 41).

Während dieser Vorgänge hat auch das Hyoid seine Verbindung mit dem Quadratum aufgegeben, und hat sich hinter der Tuba Eustachii in die Höhe geschoben, wo es am Schluss der Metamorphose eine Befestigung an der Ohrkapsel erlangt (Fig. 40 Hy.).

Schliesslich bleibt noch die Schilderung der letzten Verbindung, die das Quadratum erlangt, übrig, die mit dem Ohrkapsel-Boden durch den „Proc. basalis" herbeigeführt wird (Fig. 39, 40, 41 Pr. bas.). Es würde nicht leicht sein, aus der Ontogenese allein die Zugehörigkeit des Proc. basalis zum Quadratum zu folgern. Der Zusammenhang zwischen der Anlage des Fortsatzes und dem Quadratum ist, wenn auch nachweisbar, doch nur vorübergehend ein derartiger, dass sich aus ihm die genetische Zusammengehörigkeit beider mit Wahrscheinlichkeit schliessen lässt, und so würden in dieser Hinsicht wohl Zweifel bestehen können, wenn der Vergleich des fertigen Quadratums der Anuren mit dem der Urodelen nicht zu deutlich die Auffassung von der Natur des in Rede stehenden Knorpeltheiles bestimmte. Hinsichtlich ihrer hinteren Verbindungen verhalten sich nämlich die Quadrata beider Amphibien-Ordnungen im Princip ganz gleich: beide besitzen eine Verbindung mit der Ohrkapsel am äusseren Bogengange, beide besitzen eine Proc. ascendens

(der nur bei den Anuren wieder zu Grunde geht) und so zeigen auch beide einen Fortsatz, der sich an den Boden der Ohrkapsel vor dem For. ovale anlegt, und hinter dem der N. hyomandibularis des Facialis nach aussen verläuft. Dieser Fortsatz gehört bei den Urodelen genetisch zweifellos zum Quadratum, und wenn die Ontogenese diese Zusammengehörigkeit bei den Anuren auch nicht so greifbar der Beobachtung aufdrängt, wie bei den Urodelen, so lassen sich doch auch die Erscheinungen bei den Anuren mit der gleichen Auffassung in Einklang bringen, wie bald gezeigt werden soll.

Larven, die sich im Beginn der Metamorphose befinden, bei denen also das Quadratum zurückzuweichen beginnt, lassen am äusseren unteren Umfange der Ohrkapsel vor dem For. ovale eine Anhäufung dicht gedrängt liegender Zellen von Spindelform erkennen. Die dicht an die Ohrkapsel anschliessenden Zellen gehen so allmählich in den Knorpel derselben über, dass sie als zu diesem gehörig betrachtet werden müssen.

Die Gewebs-Verdichtung lässt sich eine Strecke weit nach vorn verfolgen. Dabei entfernt sie sich ventralwärts von der Ohrkapsel, zieht sich unterhalb des N. hyomandibularis weiter und stösst dicht vor demselben an den ventralen Umfang des Quadratums und zwar des hintersten unter die Ohrkapsel heruntergeschobenen Abschnittes, der später zuerst zu Grunde geht. An dieser Stelle hängt sie mit dem Quadratum am deutlicsten zusammen, ist jedoch, nur weniger scharf hervorstehend, am medialen Umfange desselben noch bis fast in die Gegend der Quadrato-Hyoid-Verbindung zu erfolgen (Fig. 33 medial von dem Knorpelquerschnitte Q).

Der Zusammenhang mit dem Quadratum dicht vor dem N. hyomandibularis ist zweifellos. Die an der ventralen Peripherie jenes liegenden Knorpelpartien gehen unmittelbar über in eine Lage blasser Zellen mit grösseren länglich ovalen Kernen, an denen man Theilungsvorgänge beobachten kann. Diese schliessen dann direct an die übrige Masse der Anlage an. Jüngere Stadien (37 mm, mit sehr kleinen hinteren Extremitäten) zeigen die Anlage erst am Quadratum deutlich, und noch nicht bis an die Ohrkapsel heranreichend. Danach ist man wohl berechtigt, die Anlage als zum Quadratum gehörig zu betrachten und nur die dicht an der Ohrkapsel gelegenen Partien von dieser selbst abzuleiten. Mit dem Zugrundegehen der hinteren Partien des Quadratums gewinnt die Anlage des Proc. basalis eine grössere Selbständigkeit, bleibt jedoch mit den von vorn her nachrückenden Partien des Quadratums durch ihre oben erwähnte Fortsetzung an dessen medialen Umfange in Verbindung.

Die Verknorpelung erfolgt dann zu einer Zeit, bevor das Quadratum seine definitive Stellung erlangt hat. Der Knorpel tritt daher durchaus selbständig in der Anlage auf und zwar von vorne nach hinten vorschreitend, und erst wenn der Vorgang der Stellungsänderung

des Quadratums abgeschlossen ist, erfolgt auch die knorpelige Verschmelzung beider. Bis dahin bleibt zwischen beiden eine Gewebsschicht unverknorpelt, die es gestattet, dass der Körper des Quadratums sich lateral am Proc. basalis vorbei nach hinten schieben kann.

Dieses Verhalten weicht von der am häufigsten beobachteten Norm allerdings etwas ab, ist jedoch nicht ohne Analogon und jedenfalls für die Beurtheilung eines Skelettheiles, nachdem einmal die Herkunft der Anlage nachgewiesen ist, ohne besondere Bedeutung. Seine Erklärung findet es in der Veränderung der Stellung des Quadratums. Die Stelle der Ohrkapsel, an die sich der Proc. basalis anlegt, verdickt sich etwas und bleibt zunächst von jenem durch eine Schicht nicht verknorpelnden Gewebes getrennt. Später, beim erwachsenen Frosche, findet sich hier eine wahre Gelenkverbindung (ECKER). Auch an dem vierten von mir geschilderten Stadium war noch die Verbindung durch eine nicht sehr dicke Gewebslage vorhanden. Die Form und Beziehungen des Proc. basalis zeigen die Fig. 39, 40, 41.

So lassen sich denn die in der Metamorphose am Kieferbogen zu beobachtenden Vorgänge so zusammenfassen: Der Unterlippen- und MECKEL'sche Knorpel verlieren ihre gekrümmte Form, sie werden in der Horizontalen gestreckt und wachsen zugleich — besonders der MECKEL'sche Knorpel — bedeutend in die Länge. Die Auflösung und Resorption des Proc. ascendens, der Commissura quadrato-cranialis ant. und schliesslich auch des primären Proc. oticus gestatten ein Zurückweichen des gesammten Quadratums unter dem von vorne her wirkenden Drucke.

Das Quadratum wird jedoch nicht etwa in toto, unversehrt, durch diesen Druck in eine andere Stellung gebracht, sondern es zieht sich in sich selbst zusammen, oder richtiger: es wird in sich selbst zusammengeschoben. Dies zu ermöglichen, findet eine Erweichung des Quadratkörpers von hintenher statt; die erweichten Partien geben dem von den MECKEL-schen Knorpeln aus wirkenden Druck nach und werden rein mechanisch eingefaltet. Die eingefalteten Partien erliegen dann der völligen Zerstörung und Resorption. So wird das Quadratum von hinten her allmählich vernichtet, immer aber rückt das vordere noch intacte Stück unter dem andrängenden Unterkiefer bis gegen die Ohrkapsel nach hinten vor. Hier findet es einen festen Widerstand und schliesslich, wenn das Quadrato-Mandibular-Gelenk bis zur Ohrkapsel nach hinten gerückt ist, eine neue Befestigung an der Crista parotica, sowie durch den Proc. basalis. Das Auswachsen des MECKEL'schen Knorpels hat jedoch damit sein Ende noch nicht erreicht, und da nun das gesammte Quadratum nicht mehr zurückweichen kann, so wächst nur noch die Pars articularis sehr bedeutend nach hinten aus, bis schliesslich das Unterkiefergelenk in einer Höhe mit dem hinteren Schädelumfang steht. Während dieser Vorgänge ist der Proc. pterygoideus zu einer sehr langen Knorpelspange ausgewachsen, seine Grenze gegen den Proc. maxillaris post. der Nasen-

im Uebrigen „dermogenen“ Dentale scharf unterscheidet, dass es andererseits aber unter Betheiligung eines Abschnittes des MECKEL'schen Knorpels sich bildet, der schon während des ganzen Larvenlebens als Unterlippenknorpel eine selbständige Bedeutung besitzt, auch im Namen Ausdruck zu geben, wenn auch nur dadurch, dass man es als „Pars mentalis“ des Dentale bezeichnet.

2. Vergleichend-anatomische Ergebnisse.

Im vorstehenden wurden die Verhältnisse des knorpeligen Kieferbogens während der Larvenperiode geschildert, sowie die Vorgänge, die den definitiven Zustand, wie wir ihn beim erwachsenen Frosch finden, herbeiführen. Diese Beobachtungen werden nunmehr als Grundlage für eine vergleichende Betrachtung der genannten Skelettheile zu verwerthen sein. Es werden sich dabei einige, wie ich glaube, neue Gesichtspunkte aufstellen lassen, andererseits wird allerdings auch die Erwähnung einiger schon bekannter Thatsachen nicht ganz zu vermeiden sein. Ich beginne mit den verschiedenen Fortsätzen, die das Quadratum der Anuren zeigt.

1. Der Processus ascendens ist eine Bildung, die sich wohl auch bei allen Urodelen finden dürfte. Bei einigen derselben (Siren, Amphiuma u. a.) bleibt er zeitlebens knorpelig bestehen, bei anderen (den Salamandrinen) verknöchert er dagegen. Dass es sich in ihm um einen Fortsatz des Quadratums handelt, ist keine Frage, und damit wird die Ansicht hinfällig, dass er etwa mit der Knorpelspange zu vergleichen sei, die bei manchen Haien das Trigeminusloch in zwei Abtheilungen theilt (von WIEDERSHEIM [58, p. 376] vermuthet).

Für seine Homologie ist von grösster Wichtigkeit das Verhalten zu den Aesten des Trigeminus und zum Abducens. Es verlaufen nämlich der II. und III. Ast des Trigeminus constant hinter ihm nach aussen, während sich der R. orbitonasalis zwischen ihm und der Schädelseitenwand nach vorn begiebt. Mit dem Orbito-nasalis zusammen, aber isolirt unter ihm, verläuft bei den Urodelen (so fand ich es bei Siredon und Triton) der N. abducens; bei den Anuren ist derselbe sogar mit dem Orbito-nasalis in eine gemeinsame Scheide eingeschlossen. Das ganz charakteristische Verhalten zu den Trigeminus-Aesten liess zuerst STÖHR die wahre Homologie des Proc. ascendens der Anuren erkennen; STÖHR (50, p. 97 Anm.) belegte ihn dementsprechend auch zuerst mit diesem Namen, während PARKER, dem die Beziehung zu den Nerven entging, ihn als „Pediculus“ bezeichnete und ihn so mit einer ganz anderen Bildung der Urodelen verglich (dem von mir als Proc. basalis bezeichneten Fortsatze). Der Lage des Quadratum — fast in einer Horizontalebene mit der Schädelbasis — entsprechend, liegt der Fortsatz bei den Anuren fast horizontal. Ihn irgend einem schon bei früheren Formen vorhandenen

Fortsatz zu homologisiren, ist mir zur Zeit noch nicht möglich, vorläufig müssen wir die Form, die er bei den niederen Urodelen besitzt, als die ursprüngliche ansehen. Dass er mit den Amphibien keineswegs erlischt, sondern sich noch auf höhere Formen fortvererbt, konnte ich schon früher (16) nachweisen: er tritt uns bei den kionokranen Sauriern als Antipterygoid („Columella", cf. 17, p. 119) entgegen. Bei den Schildkröten habe ich ihn bisher vergeblich gesucht, und es ist diese Thatsache interessant, insofern als sie den Schädel der letzteren dem der Anuren näher bringt. Denn auch bei den Anuren bleibt der Proc. ascendens nur auf die Larvenperiode beschränkt, geht aber dann, wie oben gezeigt, völlig zu Grunde und wird zum Aufbau des definitiven Schädels nicht verwandt. Andererseits zeigen die kionokranen Saurier hierin wieder mehr Urodelen-Eigenschaften. Höchst interessant wäre es, das Verhalten des Fortsatzes bei Hatteria zu erfahren; dieser ist zwar von G. Baur der Charakter eines „kionokranen", d. h. mit einer „Columella" begabten Reptiles zuertheilt worden; indessen erscheint mir der stricte Beweis, dass das „Epipterygoid" von Hatteria, ebenso wie das der Schildkröten, ein knorpelig vorgebildeter und dem Quadratum angehöriger Skelettheil sei, noch keineswegs geführt. Bis dieser Nachweis geliefert ist, wird die Frage, ob das „Epipterygoid" der Chelonier und Rhynchocephalen homolog sei dem „Antipterygoid" der Kionokranen als unentschieden gelten müssen, trotz aller noch so sorgfältigen vergleichend-anatomischen Betrachtungen, deren objectiven Werth in irgend einer Weise zu verringern selbstverständlich nicht in meiner Absicht liegt.

Ueber das Verhalten des Proc. ascendens des Quadratums bei noch höheren Formen sind mir keine bestimmten Angaben bekannt.

2. Dass die Commissura quadrato-cranialis anterior keineswegs sich später in den bleibenden Pterygoidknorpel umwandelt, wie es nach der Parker'schen Darstellung der Fall sein sollte, glaube ich zuerst nachgewiesen zu haben (17). Es war somit der bisher fast von allen Autoren dafür gebrauchte Name: Pterygo-palatin-balken zu ändern. Die Frage, wie dann die Comm. qu.-cr. aufzufassen sei, vermochte ich damals noch nicht zu beantworten, glaube aber nun eine viel Wahrscheinlichkeit besitzende Anschauung aussprechen zu dürfen. Danach würden wir in ihr die Verbindung wiederholt finden, die sich bei Teleostiern sowie bei Knochenganoiden zwischen dem Quadratum und der Unterfläche des Antorbitalfortsatzes findet. Die Befestigungsstelle am Schädel ist, selbst wenn der „Processus antorbitalis" der Amphibien nicht complet homolog demjenigen der Fische sein sollte, doch ganz dieselbe, und wenn man z. B. Abbildungen, wie auf Taf. III Fig. 4 bei Bruch (5) (von Salmo salar) mit meiner Fig. 12 vergleicht, so ist die Aehnlichkeit unmittelbar in die Augen springend. Dass sich aus der wahren Gelenkverbindung, wie sie bei den Teleostiern und Knochenganoiden besteht, bei den Anuren-Larven eine knorpelige Verwachsung ausgebildet hat,

kann ein Hinderniss für die Homologisirung natürlich nicht abgeben. Immerhin sind mir doch von besonderem Interesse die Abbildungen, die PARKER (34) in seiner dritten Arbeit über den Batrachier-Schädel von Rana pipiens (Pl. 3, Fig. I) und Cystignathus ocellat. (Pl. 17, Fig. I und V) giebt, und die den Anschein erwecken, als ob hier ebenfalls eine discontinuierliche oder wenigstens eine Bandverbindung vorhanden sei. Der Text giebt darüber keine klare Auskunft.

Jch möchte hier darauf aufmerksam machen, dass schon BRUCH (5, p. 9) sich in ähnlichem Sinne äussert (die sich daran anschliessenden Bemerkungen von BRUCH sind allerdings wohl nicht aufrecht zu erhalten), die betreffende Bemerkung scheint aber nicht weiter bekannt geworden zu sein, oder aber die falsche Vorstellung von der Umwandlung des Fortsatzes in den bleibenden Pterygoidknorpel verhinderte ihre Nutzanwendung.

Es ist gewiss eine interessante Thatsache, dass somit für gewisse Organisationen im Schädel der Anuren-Larven die Anknüpfungspunkte bei den Teleostiern und Knochenganoiden zu suchen sind, und dass die bis jetzt genauer bekannten Urodelen von ihnen keine Spur zeigen. Bei diesen wie auch bei den höheren Formen findet sich nur ein secundärer „Pterygoidknorpel" der unter Umständen eine Verbindung mit der Nasenkapsel eingeht, die jedoch schlechterdings nicht mit jener zu homologisiren ist (cf. p. 449).

3. Ueber den Processus muscularis des larvalen Quadratums will ich nur wenige Bemerkungen anführen. Es handelt sich in ihm um einen Muskelfortsatz, der in dem Maasse zu Grunde geht, wie die an ihm entspringenden Muskeln ihre Befestigungspunkte auf die secundär entstehenden Deckknochen verlagern. Den Namen „Processus orbitalis", den REICHERT und PARKER dem Fortsatze geben, glaubte ich aufgeben zu müssen, da ich bei Embryonen von Lacerta agilis und vivipara eine ganz ähnliche Bildung wieder fand, für die das Epitheton „orbitalis", da das ganze Qadratum von vornherein im Bereiche der Labyrinth-Region liegt, ganz widersinnig wäre. Bei Pelobates ist der vorderste Theil seines oberen Randes knorpelig mit der Stelle verbunden, wo sich die Commissura quadrato-cranialis ant. mit dem Trabekel verbindet. Es handelt sich dabei nur um eine partielle Verknorpelung des Gewebszuges, der sich bei Rana vom Oberrand des Proc. muscularis zu jener Stelle herüberspannt, und die p. 293 als Fortsetzung der die Kaumuskeln auf ihrem Verlaufe durch die Orbita deckenden Fascie beschrieben wurde.

4) Ein primärer Processus oticus bildet sich zuerst bei Larven von ca. 21 mm Länge, besteht während des ganzen Larvenlebens, geht dann aber zu Grunde. Doch erlangt am Schluss der Metamorphose das Quadratum eine neue Befestigung an der Ohrkapsel. Beide Verbindungen unterscheiden sich dadurch von einander, dass die erste durch einen dünnen Knorpelstiel hergestellt wird, während es nachher der Körper des Quadratums selbst (die Pars metapterygoidea) ist, der sich

mit der Crista parotica verbindet
Ohrkapselverbindung des Quadratı
sehr ähnlich ist. Der „primäre I
eine specielle provisorische Larveı
eine besondere morphologische Be(
kein Criterium zu nennen, das er
der secundären Ohrverbindung voı
Verhältnissen bei den Fischen möch

5) Ein Fortsatz, der besonde
lich ist, ist der Processus pter
secundäre Verbindung mit der Nasen
lichen Urodelen vorhanden (WIED
diesen jedoch nur bei Ranodon, s(
Verbindung mit der Nasenkapsel.
kann sich sogar von seinem Mutte
(Menopoma).

Zu interessanten Ergebnissen ge
hältnisse der Anuren mit denen bei de
Taf. III Fig. 4 und PARKER [31] Pl.
dratum noch beim erwachsenen Thie
Knorpel, der bei PARKER auf fr
Pterygo-palatinum führt, mit dem
aber noch vor dieser Verbindung e
Gelenkverbindung mit dem Nasen
Ein Vergleich dieses Zustandes n
ergiebt nun die sofort in die Aı
ganzen, vom Quadratum bis zum
Lachs mit der Commissura quadr
2) der vorderen Fortsetzung, die ı
articulirt, mit dem Lig. quadrato-
dem Proc. quadrato-ethmoidalis.]
selbst das Trabekelhorn — die Gı
mehr; seine ursprüngliche Bedeutu
Ligament klar. Durch die sehr fes
der Commissura quadrato-cranialis
Befestigung des Quadratums währ
hoben, wird er verwandt, um die
zu übernehmen. Zu diesem Zwe(
dung seines freien Endes mit dem
durch welche die ursprüngliche, lig
werthlos wird. Sie geht daher zu
ethmoidalis mit einem übrig bleibeı
cranialis den bleibenden Pterygoid-
die bleibende Verbindung des Ptery

kieferfortsatze als eine secundäre Bildung. als ursprüngliche Bestimmung des Fortsatzes aber doch auch die: eine Befestigung des Quadratums zu bilden. In consequenter Verfolgung dieser Anschauung bin ich geneigt, das Verhalten bei den Urodelen: die geringe Länge und freie Endigung, die der Proc. pterygoideus hier zeigt, nicht für den ursprünglichen, sondern erst für den secundären, erworbenen Zustand anzusehen. Die Ausbildung dieses scheinbar primären einfachen Verhaltens ist im Zusammenhang mit der Thatsache, dass schon auf frühen Stadien des Urodelen-Schädels die Knochen eine ganz bedeutende Rolle übernehmen, unschwer verständlich. Durch diese Annahme fällt Licht auf das ontogenetisch späte Auftreten des Fortsatzes bei den Urodelen, auf die Loslösung vom Quadratum bei Menopoma, ja auf seine gänzliche Unterdrückung bei Menobranchus und Proteus, auf das Auftreten eines gesonderten vorderen Knorpelstückes, das sich erst secundär mit ihm vereint, wie es Parker (35. deutsche Uebersetzung p. 108) schildert und ich bestätigen konnte (17, p. 115), und das als Andeutung dafür gelten kann, dass der Fortsatz früher weiter nach vorn reichte. Diese Erscheinungen können alle aufgefasst werden als solche der Reduction, Bethätigungen der Reminiscenz an frühere Zustände, bevor noch der Fortsatz seiner ursprünglichen Hauptbestimmung, eine vordere Befestigung des Quatratums zu bilden, entrückt war.

Beim Lachs würde man andererseits folgerichtig das ganze Stück vom Quadratum bis zum Autorbital-Fortsatze als Commissura quadrato-cranialis ant. zu bezeichnen haben und das vordere kurze Stück als Proc. quadrato-ethmoidalis. Weitere Untersuchungen werden vielleicht noch eine weitere Vereinfachung der Nomenclatur ermöglichen.

Von den Reptilien besitzen die Schildkröten und Krokodile einen sehr gut entwickelten Proc. pterygoideus des Quadratums, die Saurier zeigen, wie ich gefunden habe (16), nur einzelne Reste davon, die Schlangen, wie es scheint, gar keine Spur mehr von ihm.

6) Als „Processus pseudopterygoideus“ beschrieb ich oben einen Fortsatz, der beim Frosch nur vorübergehend und nicht sehr stark entwickelt vorhanden ist. Ein bedeutende Grösse erlangt derselbe nach Parker bei Pseudis paradoxa (34. [Pt. III] Pl. 2 Fig. I u. II), auch bei einigen anderen Anuren wird er von Parker und zwar als „Postpalatinum“ beschrieben. Letzteren Namen beizubehalten trug ich Bedenken, weil er von Parker auch an anderen Stellen für Gebilde gebraucht wird, deren Homologie mit jenem Fortsatze der Anuren denn doch nicht denkbar ist. Der Fortsatz geht frühzeitig bei der Metamorphose zu Grunde. Seine Homologie vermochte ich noch nicht festzustellen. Vielleicht ist er gar nicht ein Fortsatz des Quadratums, sondern als eine Andeutung eines knorpeligen Bodens der Orbita anzusehen. Dafür spricht, dass er sich in die Membrana subocularis dicht neben dem Trabekel hineinschiebt. Die Entscheidung wird davon abhängig zu machen sein, wie die Grenz-

bestimmung zwischen Commissura quadrato-cranialis ant. und vorderer Trabecularplatte ausfällt. Auch an meinen jüngsten Stadien war diese Grenze bereits nicht mehr erkennbar.

7) Dass der Processus basalis[1]) des Quadratums der Anuren, der sich erst sehr spät bildet, dem der Urodelen entspricht, ist wohl keine Frage. In der Regel führt der Fortsatz den Namen „Kieferstiel" oder „Pediculus". Ich hielt es für zweckmässiger, dafür einen anderen Namen einzuführen. Als ein wichtiges Criterium wurde oben bezeichnet die Thatsache, dass der N. hyomandibularis hinter ihm nach aussen verlaufe. Bei den Urodelen ist dies wegen des Durchtritts des Facialis durch die Ohrkapsel der geradlinigste Verlauf des Nerven, bei den Anuren dagegen, wo der Fac. mit dem Trig. zusammen vor der Ohrkapsel austritt, muss der genannte Ast sich erst nach seinem Abgange vom Ganglion caudalwärts wenden, die Verbindung des Proc. basalis mit der Ohrkapsel dorsal überschreiten und dann erst sich zu seinem Endgebiete weiter begeben. Das ist aber trotz der Verschiebung der Skelettheile doch im Grunde ganz derselbe Verlauf.

Auf einen Vergleich mit den Fischen muss ich bis auf Weiteres verzichten, dagegen sei noch erwähnt, dass höchstwahrscheinlich die Gelenk-Verbindung, die sich bei den Sauriern zwischen dem knöchernen Pterygoid und den sogenannten „Flügelfortsätzen des Basisphenoids" findet, jene Verbindung des Proc. basalis mit dem Cranium bei den Amphibien repräsentirt. Ich konnte den Zusammenhang der auf dem Pterygoid liegenden knorpeligen Gelenkfläche mit der Basis des „Antipterygoides" (der „Columella"), d. h. mit dem Proc. ascendens quadrati nachweisen. Die weit vorgeschobene Lage der Verbindung, die dann vielleicht auffallen könnte, lässt sich ungezwungen erklären durch das bedeutende Längenwachsthum, das die prootische Gegend bei den Sauriern durchgemacht hat, und das auch die Trennung der Orbitalregion in eine „secundäre" Orbitalregion und eine „Temporalregion", die bei den Amphibien noch nicht unterscheidbar ist, zur Folge hat.

Unterlippen-Knorpel.

Ob diesen Knorpeln, die nach STÖHR's Untersuchungen nur die selbständig bleibenden distalen Abschnitte der MECKEL'schen Knorpel sind, eine Bedeutung in vergleichend-anatomischer Hinsicht zukommt, vermag ich zunächst nicht zu entscheiden. Aufmerksam möchte ich daher nur noch machen auf das kleine, aber deutlich gegen die beiden Unterlippenknorpel abgesetzte, unpaare knorpelige Stück, dass jene beiden während

[1]) In einer früheren Mittheilung (16, p. 111 Anm. 3) machte ich die Angabe, dass ein „Palatobasal-Fortsatz" den Anuren fehle. Dieser Irrthum war dadurch bedingt, dass sich damals meine Untersuchungen nur auf die Anuren-Larven, noch nicht aber auf die metamorphosirten Thiere, bei denen der Fortsatz erst auftritt, erstreckten. Er sei hiermit berichtigt.

des Larvenlebens verbindet. Es hat grosse Aehnlichkeit mit einem „Copulare“, wie es z. B. der Hyoidbogen zeigt.

B. Annulus tympanicus.

Literatur.

In seiner ersten Arbeit hat sich PARKER über die Herkunft des Annulus tympanicus nicht ganz deutlich ausgedrückt; es scheint fast (32, p. 169), als ob er ihn wie die Theile der Columella vom Hyoid-Bogen ableite. Bestimmter ist die Darstellung in der „Morphology of the Skull“ (engl. Ausg. p. 153, dtsche. Uebers. 151). Hier wird der Annulus aufgefasst als ein abgeschnürter Theil des primären Processus oticus quadrati. Möglicherweise liegt dieser Ansicht die Beobachtung der von mir beschriebenen Faltenbildungen und Zerstörungsprocesse am hinteren Abschnitte des Quadratums unterhalb des Proc. oticus zu Grunde. Da PARKER auf späteren Stadien hier die Anlage des Annulus tympanicus fand, hat er vielleicht jene Erscheinungen dazu in Beziehung gebracht. Im übrigen schildert PARKER, nachdem er einmal die Anlage des Annulus deutlich erkennt, ganz richtig (p. 174), dass derselbe zunächst an seinem oberen Umfange unterbrochen sei und sich hier erst später schliesst.

Einer neueren, von VILLY (53) gemachten Angabe über die Entwickelung des Annulus kann ich mich in der Hauptsache anschliessen, werde jedoch einige Punkte etwas ausführlicher besprechen müssen.

Entwicklung des Annulus tympanicus.

Die Anlage des Annulus tympanicus ist aufs engste geknüpft an das periphere blinde Ende der Tuba Eustachii. Die Anlage dieser finde ich bereits bei Larven von 10 mm. (VILLY hat sie erst bei solchen von 25 mm erkannt.) An der Stelle, wo der Vorderrand des Proc. muscularis des Quadratums auf die Pars articularis übergeht, liegt aussen am Knorpel eine Gruppe von Zellen, die durch ihren Pigmentreichthum ausgezeichnet sind, einen kurzen, soliden, transversal gerichteten Zellstrang bildend. Vergleiche mit späteren Stadien zeigen, dass dieser jetzt noch solide Zellstrang sich weiterhin zum peripheren blinden Ende der Tuba Eustachii umgestaltet. Eine Verbindung zwischen ihm und der Mundhöhle vermag ich jetzt noch nicht aufzufinden, möchte aber darauf keinen grossen Werth legen, da mir einerseits von so jungen Stadien nur Frontalschnitt-Serien zur Verfügung standen, ein vielleicht nur aus 1 oder 2 Zellen bestehender Tuben-Querschnitt also leicht übersehen werden konnte, andererseits die angewandten Behandlungsmethoden für die Untersuchung so feiner Verhältnisse nicht geeignet waren. Bei

Larven von 15 mm finde ich einen Zellstrang, im Querschnitte nur aus 1—2 Zellen bestehend, der im hinteren Abschnitte der Orbitalregion mit dem Epithel der Mundhöhle zusammenhängt und an der Unterseite des Quadratums, medial vom N. hyomandibularis nach vorn zieht. Durch den Pigmentreichthum seiner Zellen ist er von der Umgebung unterscheidbar. Weiter als bis in die Nähe der Quadrato-Hyoid-Verbindung vermag ich ihn jedoch auch jetzt nicht zu verfolgen, und erst wenn die Verhältnisse noch etwas grösser geworden sind, lässt sich der Zusammenhang dieses Zellstreifens mit der ersterwähnten Anhäufung pigmentirter Zellen am Proc. muscularis des Quadratums nachweisen.[1])

Besonders aufmerksam will ich noch auf die Thatsache machen, dass die Tube, die der Unterfläche des Quadratums anliegt, sich hinter der Quadrato-Hyoid-Verbindung lateralwärts und aufsteigend an die Aussenseite des Proc. muscularis wendet, d. h. hinter dem Hyoid verläuft. Erst gegen das Ende der Metamorphose giebt das Hyoid seine Verbindung mit dem Quadratum auf und schiebt sich hinter der Tube in die Höhe an die Schädelbasis. Die Tube liegt also erst nach der Metamorphose zwischen dem Quadratum und dem Hyoid. Auch diese Thatsache bedarf noch der Erklärung. An der Stelle, wo jene Gruppe pigmentirter Zellen liegt, die das spätere periphere Tuben-Ende darstellt, bemerkt man bei Larven von ca. 12 mm, bei denen die äusseren Kiemen links noch frei, rechts dagegen bereits überwachsen sind, eine vom Quadratum ausgehende Zellwucherung an der unteren vorderen Ecke des Proc. muscularis. Die Zellmasse löst sich bald vom Quadratum los und vermehrt sich sehr beträchtlich, so dass sie das ganze blinde Ende der Tube umgiebt. Eine bestimmte geformte Anlage macht sich jedoch in ihr erst bemerkbar, wenn das Quadratum im Zurückweichen begriffen ist. So erkenne ich die Anlage des Annulus tympanicus — denn um diese handelt es sich — deutlich auf meinem III. Stadium, und zwar unter und vor dem blinden Tuben-Ende. Zum Quadratum behält die Anlage während der Stellungsänderung desselben immer dieselbe Lage, doch wird sie von ihm etwas

---

[1]) Die genauere Untersuchung jüngeren gut conservirten Materials kann erst die Frage, ob jener solide Zellstreifen die „Hyomandibular-Spalte“ darstellt, entscheiden. VILLY hat die Tube zuerst bei Larven von 25 mm gesehen, nachdem (bei 20 mm langen Larven) die „Hyomandibular-Spalte“ zu Grunde gegangen sei. Er kommt daher zunächst zu dem Schlusse, dass die Tube „is probably not formed from the hyomandibular cleft, but is an altogether new organ“ (p. 540). Dennoch wird zwei Seiten später der Versuch gemacht, die Homologie zwischen Tube und Hyomandibular-Spalte trotzdem wahrscheinlich zu machen. (Das Verhalten des Quadratums und Hyoids soll bewirken, dass die Tube „disappears at one time and again reappears“.) Durch die Thatsache, dass schon bei sehr viel jüngeren Larven, als VILLY glaubte, die Anlage der Tuba-Eustachii nachweisbar ist, erlangt die ganze Frage ein anderes Ansehen und würde sich wohl durch Untersuchung frühester Stadien leicht beantworten lassen.

abgedrängt durch das Os tympanicum. Im übrigen rückt sie aber mit dem Quadratum aus der Orbitalregion in die Labyrinthregion. Die Veränderungen der Tube während dieses Vorganges sind von VILLY zur Genüge beschrieben worden.

Zuerst verknorpeln (bei Larven mit beträchtlich reducirten Schwanze) die vor und unter dem Tuben-Endstück gelegenen Partien der Annulus-Anlage, so dass ein nach unten vorn convex gekrümmtes, ungefähr einen Viertel-Kreis bildendes Band entsteht[1]) (cf. Fig. 40).

Dieses bildet sich an seinen beiden Enden weiter, doch schreitet das Wachsthum des unteren Endes nach hinten und weiterhin nach aufwärts zur Bildung des hinteren Ringumfanges rascher fort, als das am vorderen Umfang. Auch ist der den unteren Umfang bildende Abschnitt des Knorpelbandes beträchtlich breiter als der vordere.

Der obere Abschluss geht hauptsächlich durch caudales Vorwachsen des vorderen schmalen Schenkels vor sich und zwar ebenfalls ziemlich langsam, so dass noch längere Zeit nach der Metamorphose der Knorpelring oben unterbrochen ist. Mit dem schliesslichen vollständigen Abschlusse [2]) ist dann noch ein Vorgang verbunden, den ich bisher nirgends, auch bei VILLY nicht, erwähnt finde: die Verwachsung des hinteren oberen Annulus-Abschnittes mit dem hinteren Theile der Crista parotica.

Diese Crista ist in ihrem grössten vorderen Theile lateral bedeckt von dem hinteren Arm des Os tympanicum, der somit den vorderen oberen Theil des Annulus tympanicus von der Crista trennt. Hinten dagegen legt sich der Knochen auf die d o r s a l e Fläche der Crista, so dass deren laterale Kante frei wird. An diese legt sich der hintere obere Annulus-Abschnitt an und verschmilzt mit ihr knorpelig. Hier an dieser Schlussstelle ist die Trennung der beiden Schenkel des Annulus noch eine Zeit lang möglich, später (Thiere von ca. 40 mm Länge) gehen beide Schenkel continuirlich in einander über —: der in sich geschlossene Knorpelring ist an seinem oberen hinteren Theile mit der Crista parotica verwachsen.

Diesen Zustand finde ich noch bei den ältesten von mir untersuchten Stadien: jungen Fröschen von 4,5 cm Gesammtlänge. Es ist wohl anzunehmen, dass derselbe der definitive, während des ganzen Lebens bestehen bleibende ist. Als Uebergang zu ihm dürfte ein Verhalten zu betrachten sein, das ich bei einem Thiere von 2,3 cm fand. Hier ist der hintere obere Umfang des Annulus an der Crista parotica

---

[1]) Die übrige Masse der ursprünglichen Anlage ist um das Tubenende herum auch noch vorhanden, doch war es mir bisher nicht möglich, hieraus noch eine besondere Skeletanlage sich differenziren zu sehen (p. 394).

[2]) Die Angabe HASSE's (22, p. 378), dass er auch beim erwachsenen Frosche oben unterbrochen sei, ist bereits von RETZIUS (40, p. 204) corrigirt.

befestigt, die von vornher kommende Spange geht aber nicht continuirlich in ihn über, sondern liegt ihm mit ihrem hinteren Ende nur medial an.

Die Ausweitung der ursprünglich sehr engen Tuba Eustachii, die Bildung des Cavum und der Membrana tympani zu schildern, würde hier zu weit führen.

Der vom Quadratum losgelöste knorpelige Annulus tympanicus scheint eine den Anuren allein zukommende Bildung zu sein.

VI. Kopfnerven.

Literatur.

Ueber die Kopfnerven des erwachsenen Frosches existirt eine ganze Anzahl von Special-Beschreibungen.

Unter diesen wird immer einen hervorragenden Platz die Abhandlung VOLKMANN's (54) einnehmen, die zwar die älteste ist, doch aber eins vor allen folgenden voraus hat: den Umstand, dass ihre Resultate gewonnen sind zum Theil wenigstens durch das physiologische Experiment. Dass diese Methode bisher noch nicht in ausgedehnterem Maasse auf das Studium der Kopfnerven bei allen Wirbelthierklassen angewendet wurde, ist ein Mangel, der sich auch in Fällen, wo es sich um rein morphologische Beurtheilung handelt, oft genug bemerkbar macht.

An den Kopfnerven der Amphibien hat dann J. G. FISCHER (12) zuerst jene glänzende Geschicklichkeit in der Darstellung feinster Verhältnisse gezeigt, mit der er später für dasselbe Kapitel bei den Sauriern eine bisher unerreichte Grundlage schuf.

Von den Nachfolgern seien nur noch zwei erwähnt; de WATTEVILLE (56) und WIEDERSHEIM (11). Liegt der Werth der WATTEVILLE'schen Bearbeitung besonders in der peinlich genauen Aufzählung aller beobachteten Aeste, so muss man WIEDERSHEIM besonders für die anschauliche bildliche Darstellung der Kopfnerven Dank wissen.

Ist somit das rein Descriptive, das Verhalten des Kopfnervensystems beim erwachsenen Frosch betreffend, wohl zur Genüge festgestellt, so finden sich dagegen über das Verhalten der Kopfnerven vor und während der Metamorphose — soweit ich die Literatur kenne — nur sehr vereinzelte Angaben bei FISCHER, PARKER und GOETTE. Letzterer hat noch am genauesten den Hauptverlauf der Nerven während der Larvenperiode und Metamorphose geschildert; PARKER beschränkt sich auf gelegentliche Bemerkungen, und FISCHER hat nur die Wurzel- und Ganglien-Verhältnisse, nicht aber auch den peripheren Verlauf der Nerven bei Kaulquappen untersucht.

So erschien eine mehr zusammenhängende Darstellung der Beziehungen zwischen dem Nervenverlauf und den Umänderungen des Schädels nicht zwecklos.

Die Arbeiten, die sich vergleichend-anatomisch mit den Nervenbahnen und ihren Umwandlungen beschäftigen, sind nicht sehr zahlreich, gerade in Betreff der Amphibien und Reptilien finden sich bei FISCHER hierüber eine Menge trefflicher Bemerkungen und Angaben. Für spätere Untersuchungen bleibt hier aber noch ein zwar mühsam zu bebauendes, aber weites und ergiebiges Arbeitsgebiet. In einer kürzlich erschienenen Arbeit über die Kopfnerven von Salamandra von v. PLESSEN und RABINOVICZ (36) ist der Versuch einer vergleichenden Betrachtung nicht gemacht.

Da ich die Kopfnerven der Fische bisher aus eigenen Untersuchungen nicht kenne, so werde ich die Vergleiche auf die Urodelen und Reptilien beschränken müssen.

1. Larvales Verhalten der Kopfnerven und Umwandlung desselben zum definitiven Zustand.

I. N. olfactorius.

Auf ganz jungen Stadien frei über die Seitenwand des vorderen Abschnittes der „vorderen Trabecularplatte“ verlaufend (Fig. 6), wird der Nerv schon ziemlich zeitig von einem knorpeligen Ringe umgeben, dadurch, dass medial von ihm ein Ethmoidalpfeiler, lateral die Schädelseitenwand sich erhebt, und beide über dem Nerven zur knorpeligen Vereinigung kommen (Fig. 12). Nach der Verknorpelung der Fenestra ethmoidalis erscheint der Nerv als durch die Seitenpartie der „Ethmoidalplatte“ hindurchtretend (Fig. 30).

II. N. opticus.

Anfangs verläuft der Nerv dicht über der Trabekelkante im hinteren Abschnitte der Orbitalregion durch ein im übrigen nur häutig begrenztes Foramen der Schädelwand, dabei ziemlich genau transversal, oder gar etwas von vorne nach hinten. Erst verhältnissmässig spät (zwischen Stadium II und III) findet die Bildung der knorpeligen Seitenwand statt, und durch sie wird der Nerv in ein grosses Foramen eingeschlossen, das noch dadurch erweitert wird, dass die obere Kante des Trabekels an der Stelle, wo ihr der Nerv auflag, zerstört wird. So verläuft der Nerv später durch die Mitte einer grossen häutig geschlossenen Oeffnung. Zugleich ändert sich sein Verlauf dahin, dass er später immer mehr eine von hinten nach vorn gehende Richtung einnimmt. Dies ist bedingt durch den auch an anderen Stellen in die Erscheinung tretenden Vorgang der Verschiebung des Gehirnes nach hinten hin (cf. p. 360).

III. N. oculomotorius.

Auch dieser Nerv verläuft ursprünglich dicht über der Trabekelkante, hinter dem Opticus, nach aussen, zusammen mit der A. ophthalmica. Er wird sehr frühzeitig knorpelig umschlossen (Fig. 12). Durch Schwund des trennenden Trabekelabschnittes fliesst sein Foramen mit dem der Art. carotis interna zusammen, durch einen auf p 403 auseinandergesetzten Vorgang gestaltet sich das Verhalten schliesslich so, dass er entweder wieder allein knorpelig umschlossen wird, oder aber mit der Art. carotis cerebralis vereinigt bleibt. Letzteres scheint häufiger zu sein.

IV. N. trochlearis.

Tritt zuerst durch ein häutig, späterhin knorpelig begrenztes Foramen der Schädelseitenwand. Jenes bildet sich bei der Verknorpelung dieser. Die Angabe GOETTE's (21, p. 628), dass der Nerv aus dem Trigeminus-Ganglion entspringe, ist für Rana sicher nicht richtig; hier hat der Nerv, wie überall, seine Austrittstelle aus dem Gehirn dorsal, zwischen Lobus opticus und Cerebellum.

VI. N. abducens.

Ist vom Trigeminus (R. orbito-nasalis) nicht zu trennen. Die Angabe ECKER's (11, p. 35), dass er ein eigenes Foramen hinter dem des Opticus besitze, ist demnach irrig. Wahrscheinlich ist hier das Oculomotorius-Foramen gemeint. Die Wurzel des Abducens tritt schon bei meinem jüngsten Stadium in das Ganglion trigemini et facialis, [1]) der periphere Ast wird vom R. orbito-nasalis abgegeben, verläuft also mit diesem unter dem Proc. ascendens quadrati.

V. u. VII. Trigeminus und Facialis.

Von dem jüngsten untersuchten Stadium an bis zum Ende des Larvenlebens finde ich in das grosse, am vorderen Ohrkapselumfang gelegene Ganglion, aus dem die dem Trigeminus und Facialis zuzuzählenden Aeste entspringen, drei Wurzeln (ausser dem Abducens und Sympathicus) eintreten. Von diesen verlassen zwei mit dem N. acusticus zusammen die Med. obl., eine dritte entspringt selbständig davor aus

[1]) Wenn somit FISCHER (12, p. 52 Anm. und Tab. II Fig. 4) bei Kaulquappen von Rana den Abducens noch frei vom Trigeminus verlaufen lässt, so dürfte das, da der Nerv durch das Ganglion hindurchtritt, ohne partielle Zerstörung dieses wohl nicht darzustellen gewesen sein.

dem verlängerten Marke. Letzteres ist die eigentliche Trigeminus-Wurzel; von den beiden hinteren wurde die ventral von der Trigeminus-Wurzel verlaufende als Facialis, die dorsal liegende als Rad. accessoria n. trig. bezeichnet. Eine Rechtfertigung dafür zu geben, dass ich die ventrale Wurzel, die weiterhin die untersten Partien des gemeinsamen Ganglions bildet, als „Facialis" bezeichne, ist wohl kaum nöthig. Schon VOLKMANN (54) hat die Zugehörigkeit des „Trommelhöhlenastes", wie er den Hyomandibularis nennt, zum Facialis betont, FISCHER (12) hat dies auf den Palatinus ausgedehnt, und wohl alle folgenden Untersucher haben sich ihnen angeschlossen. Beide genannten Aeste gehen aber aus jenem unterem Ganglion-Abschnitt hervor. — Dass der N. palatinus und hyomandibularis aus vergleichend-anatomischen Gründen zum Facialis gezählt werden müssen, kann gar nicht zweifelhaft sein; dazu möchte ich dann referirend erwähnen, dass GOETTE, der noch jüngere Stadien untersucht hat, das Ganglion des Facialis bei solchen frei zwischen dem Ohrbläschen und dem GASSER'schen Knoten liegen fand, und so die erst später erfolgende Verbindung beider feststellen konnte (21, p. 665).

Die dorsale, mit dem Facialis zusammen entspringende Wurzel glaubte ich am zweckmässigsten als Radix accessoria n. trig. bezeichnen zu sollen; einige vergleichende Bemerkungen über dieselbe folgen später. [1])

Von den drei Wurzeln bestehen die des Facialis und die der R. accessoria im frühen Stadium wesentlich aus zelligen Elementen, schon von der Mitte der Larvenzeit an jedoch erscheinen auch sie (wie die Trigeminus-Wurzel) fibrillär.

Betonen muss ich ferner noch, dass ich die R. accessoria bei umgewandelten Fröschen nicht mehr nachzuweisen vermag. Ob sie sich mit der Hauptwurzel des Trig. verbindet und ob mit den Aesten des Hauptganglions die des Nebenganglions verschmelzen, bin ich nicht im Stande anzugeben. Eine speciell darauf gerichtete Untersuchung lag meinen Zwecken zu fern. Doch sei daran erinnert, dass die Aeste, die aus ihr hervorgehen, sich an die Hautsinnesorgane der Larve vertheilen („vorderer Seitennerv" GOETTE's) und dass diese Sinnesorgane am Kopfe während der Metamorphose zu Grunde gehen. Mir ist daher das Zugrundegehen auch des Nerven sehr viel wahrscheinlicher. Eine Trennung der Trigeminus-Wurzel, wie sie WIEDERSHEIM (11 p. 26 und Fig. 6 auf p. 27) darstellt, ist mir jedenfalls am erwachsenen Frosch nicht mehr möglich.

---

[1]) In einer vor 2 Jahren erschienenen Arbeit, auf die ich leider erst zu spät durch eine erneute Mittheilung des Verfassers (Anatom. Anz. 1892) aufmerksam wurde, hat sich STRONG (52) über die „Radix accessoria", die er als dorsale Facialiswurzel bezeichnet, in ähnlicher Weise wie ich ausgesprochen. Die GOETTE'sche Angabe findet bei STRONG keine Erwähnung.

Die dreifache Zusammensetzung des Trigemino-Facialis-Ganglions ist während der ganzen Larvenperiode ziemlich gut nachzuweisen, später geht mit der R. accessoria auch das „Nebenganglion“ der Beobachtung verloren.

In früher Periode liegt das Trigemino-Facialis-Ganglion der häutigen Innenwand des Recessus labyrinthi eng an, schiebt sich aber auch sehr beträchtlich über die Ohrkapselgrenze hinaus nach vorne.

Der am weitesten caudalwärts austretende Facialis-Ast, der R. hyomandibularis, verläuft dabei dicht vor der vorderen basicapsulären Verbindung nach aussen. An diesem letzteren Verhalten ändert sich im Laufe der Entwicklung nichts, wohl aber wird die ganze Masse des Ganglions von der vorderen Ohrkapselkuppel, die sich sehr stark nach vornhin ausdehnt, überwölbt, so dass schliesslich selbst der R. maxillaris, der vorher eine ganze Strecke weit vor der Ohrkapsel aus dem Ganglion entsprang, dieser eng angeschmiegt verläuft.

Was die Aeste betrifft, so sollen nur die wichtigsten Thatsachen noch einmal zusammengestellt werden.

V, 1. Der R. orbito-nasalis läuft, den Abducens mit sich führend, anfangs unter dem Proc. ascendens quadrati, später, wenn dieser verschwunden ist, frei durch die Orbita nach vorn, der Schädelseitenwand anliegend. Bei der Bildung der „Pars plana“, der Hinterwand der Nasenhöhle, wird für ihn ein Foramen geschaffen, und zwar direct über dem Theile der Pars plana, der oben (p. 414) als Proc. antorbitalis beschrieben wurde. Sein R. externus nar. kann ebenfalls ein besonderes Foramen erhalten, tritt jedoch auch oft mit dem Stamm zusammen in die Nasenhöhle ein, um sich dann erst zu trennen. Die Art der Vertheilung verändert sich während des Larvenlebens und nach demselben nicht, — und so kann ich wohl auf frühere Schilderungen verweisen.

Ganz anders verhält sich hierin der

V, 2 u. 3. N. maxillaris mit seinen Aesten, die eine solche Verlagerung durch die Metamorphose erleiden, dass der ursprüngliche Verlauf auf den ersten Blick später kaum wiederzuerkennen ist. Der Nerv läuft im Larvenleben ungetheilt über den Proc. ascendens quadr. hinweg und theilt sich am Boden der Orbita in seinen R. maxillaris sup. und inf., die aber noch bis vor das Auge, in den vom Proc. muscularis quadr. aussen begrenzten Raum gemeinsam verlaufen. Erst hier vorn begeben sich die beiden Aeste zu ihren Endgebieten: der R. maxillaris sup. mit einem Aste an die Haut der lateralen Schnauzenpartien, mit einem andern zum R. palatinus, mit dem er anastomosirt; der R. maxillaris inf. vor dem Meckel'schen Knorpel herabsteigend, diesen von vornher umgreifend, um dann zu den Muskeln, zur Haut und Schleimhaut der vorderen Partien des Mundhöhlenbodens zu gelangen. Die Metamorphose schafft in dem Verlaufe der Nerven die tiefstgreifen-

den Veränderungen. Vor derselben läuft der ungetheilte N. maxillaris auf dem M. „pterygoideus", der am Proc. ascendens entspringt. Diesen überschreitet aber der Nerv dorsal, d. h. er verläuft im Larvenleben vor dem Muskel. Beim Zugrundegehen des Proc. ascendens erlangt der Muskel neue Befestigungen, aber ein Stück weiter proximalwärts, nämlich an der Schädelseitenwand vor der Ohrkapsel, ja auch bis auf das Parietale heraufreichend: er wandelt sich zum „Parieto-petro-mandibularis" (Pterygoideus ECKER) um. Diese Verlagerung des Ursprunges erklärt den späteren Verlauf des N. maxillaris dicht am Hinterrande des genannten Muskels.

Von den Theilästen behält aber der N. maxillaris sup. wenigstens seinen allgemeinen horizontal nach vorn gerichteten Verlauf bei. Nur gelangt er allmählich unter den äusseren Umfang des Bulbus, während er in jungen Stadien unter der Mitte desselben liegt. Sein Zerfall in den R. communicans c. n. palat. und den R. cutaneus findet sich später dicht vor dem Augapfel. Der R. communicans besitzt eine bestimmte Beziehung zum Proc. pterygoideus: er tritt dorsal über ihn hinweg. Diese Lagebeziehung ist natürlich auch für die vorläufige Bildung des Proc. pteryg., das Lig. quadrato-ethmoidale, gültig.

Wie der Unterkiefer und sein Suspensorialapparat durch die Metamorphose derartig umgewandelt werden, dass eine ganz neue Form, Stellung und Lage resultirte, so verändert auch naturgemäss der jenem angehörige Nerv, der N. maxillaris inf., seinen Verlauf durch die Metamorphose recht erheblich. Befand sich doch zuerst sein Endgebiet, die Umgebung des MECKEL'schen Knorpels, vor dem Auge, während es nachher rein topographisch noch der Occipitalregion und dem hinteren Theile der Labyrinthregion angehört.

Zu den Muskeln behält der Nerv seine ursprüngliche Lage bei. Interessanter als diese Lagebeziehungen, die ich übergehe, da ich eine specielle Schilderung der Muskeln und ihrer Umwandlungen doch noch nicht geben kann, sind wohl die zum MECKEL'schen Knorpel. Solange dieser noch transversal steht, läuft der N. max. inf. vor ihm herab und umgreift ihn von vorne her; je mehr das Quadratum sich zurückzieht, um so mehr stellt sich der MECKEL'sche Knorpel in die Sagittale, sein früher vorderer Umfang wird zum äusseren. Dementsprechend umgreift ihn der N. auch immer mehr von aussen her, bis sich schliesslich das definitive Verhalten herstellt. So ergeben sich die Veränderungen im Nervenverlaufe als unmittelbar erklärbar aus den Veränderungen des Skeletes.

Ueber den R. palatinus ist kaum noch etwas zur Erklärung zu sagen; die bei den einzelnen Stadien gegebene Beschreibung dürfte genügen.

Dagegen ist der R. hyo-mandibularis wieder ein Nerv, der ausserordentlich starke Verschiebungen erleidet: während des Larven-

zustandes findet seine Vertheilung statt unter dem vor
Theile der Orbita, nach der Metamorphose dagegen hin
Ohr-Columella!

Der Nerv erhält noch einen R. communicans vom Glossoph
dessen Verschiebungen jenen des Hyo-mandibularis selbst ent
sind. Sie sind daher hier mit zu erledigen.

Auf frühen Stadien verläuft der Hyo-mandibularis unter
kapsel nach aussen an die Unterfläche des Quadratums, nimm
fort den R. commun. IX auf und läuft, mit diesem zu einer
samen Nerven verbunden, an der Unterfläche des Quadratums
um erst lateral von der Quadrato-Hyoid-Verbindung in seine E
zerfallen. In der Hauptsache ist also sein Verlauf horizontal
gerichtet und bleibt es bis zum Beginn der Metamorphose.
Zeit macht sich noch eine Bildung bemerkbar, die für den V
R. hyo-mandibularis massgebend ist: das Lig. suspensorio-co
Zunächst ist es der R. communicans glossopharyngei, der zu
nächsten Beziehungen hat: der Nerv läuft dorsal von dem Ba
halb des durch den horizontalen Bogengang erzeugten Vo
Das Band sowohl wie der Nerv biegen aber vorn nach auss
Unterfläche des Quadratums, und kurz bevor beide diese erreic
verbindet sich mit dem R. communicans der Hyo-mandibular
Verbindungsstelle liegt direct über dem Lig. suspens.-col., de
Vereinigung hervorgehende Ast läuft nach aussen, tritt also
Lig. hinweg, und biegt dann nach vorn an das Quadratum um.
Metamorphose wird zunächst das Anfangstück des R. hyo-ma
aus seinem ursprünglichen Verlauf abgelenkt, so dass es im
aus der rein transversalen in eine caudalwärts gewendete Richt
geht. Dadurch wird die Verbindungsstelle mit dem R. com
immer mehr caudalwärts verschoben, und während vorher wese
R. communicans über das Lig. suspens.-col. hinüberlief, trifft
immer mehr den R. hyo-mandibularis. Dies geht soweit, das
lich das Anfangsstück des Hyo-mandibularis ausgesprochen
nach hinten verläuft. Dann hat sich mittlerweile in das Lig. su
columellare die knorpelige Columella vorgeschoben und hat zu
Anschluss an die veränderte Stellung des Quadratums eine r
versale Richtung an Stelle der vorherigen, fast sagittalen, eing
und über die transversal gestellte Columella hinweg verläu
hyomandibularis, während der R. communicans zu jener in
Beziehung mehr tritt, sondern schon caudal von ihr sich mit
cialis verbindet.

Diese Verlagerung des Anfangsstückes des Hyo-mandib
zur Verbindung mit dem Glossopharyngeus geht Hand in Han
Aenderung im Verlaufe des distalen Stückes bis zur Theilun
dem der Aeste. Die Theilungsstelle verschiebt sich in gleich

und Maasse wie die Quadrato-Hyoid-Verbindung, an deren Aussenseite sie erfolgt. Je mehr diese nach hinten rückt, um so mehr wird auch der Verlauf des Hyo-mand. ein kürzerer, dabei zugleich nach vorn absteigender. Nach vollendeter Stellungsänderung des Quadratums ist die Richtung dieses distalen Nerven-Abschnittes sogar eine senkrecht nach abwärts verlaufende geworden. Dabei bleibt der Nerv aufs engste an das Hyoid gebunden, lateral von dem er in seine Endäste zerfiel. Dieselbe Lagebeziehung erhält sich auch, nachdem das Hyoid seine Verbindung mit dem Quadratum aufgegeben und sich an die Ohrkapsel, medial vom Quadratum, angelegt hat. Es verläuft alsdann der R. hyomandibularis lateral vom Hyoid, und medial vom Quadratum nach abwärts.

Eine letzte Lagebeziehung, die im Princip schon während des Larvenlebens ausgeprägt ist, aber doch erst nach der Metamorphose merklich zur Geltung kommt, ist die zur Tuba Eustachii. In der Larvenzeit ist diese erst ein schwacher Zellstrang, dann ein dünner Canal, der sich medial von dem N. hyomandibularis an die Ventralfläche des Quadratums anlegt, während sein mit der Mundhöhle in Verbindung stehender Anfangstheil nasalwärts von dem proximalen, transversal verlaufenden Abschnitte des Hyo-mandibularis aufsteigt. Medial vom Nerven, an der Unterfläche des Quadratums, gelangt sie nach vorn, biegt oberhalb der Quadrato-Hyoid-Verbindung, also auch oberhalb vom N. hyomandibularis, an die laterale Fläche des Proc. muscularis und endet an dessen Vorderrande. So wird im Grunde schon jetzt die Tube durch den Nerven von hinten her umgriffen. Bei der beiderseitigen Stellungsänderung und der nachträglichen Ausweitung des engen Canales zu dem weiten Cavum tympani muss der Nerv nothwendigewreise an das Dach des Cavum zu liegen kommen.

IX. u. X. Glossopharyngeus-Vagus-Gruppe.

Von ihren während der Larvenzeit zu unterscheidenden vier Wurzeln ist die am weitesten nach vorn reichende und durch ihre blasse Färbung auffallende nach der Metamorphose nicht mehr aufzufinden. Ebenso ist ein selbständiges Ganglion, das ihr während der Larvenzeit zukommt, später nicht mehr unterscheidbar. Da der periphere Nerv, in den sich das Ganglion fortsetzt, offenbar der R. lateralis ist, die Hautsinnesorgane aber während der Metamorphose zu Grunde gehen, so ist auch das Verschwinden des ganzen Nerven mit seinen Theilen erklärlich.

Von den Aesten, die aus dem Hauptganglion der Glossopharyngeus-Vagus-Gruppe hervorgehen, verlaufen der IX. und X. in früher Larven-

zeit getrennt von einander[1]) unterhalb des äusseren Ohrkapselumfanges. Die Abgabe der Vagus-Aeste findet schon ziemlich weit hinten statt, während der Glossopharyngeus erst aussen vom Foramen ovale zu einem zweiten Ganglion anschwillt, das die Endäste aus sich entstehen lässt. Von diesen hat während des Larvenlebens der R. communicans c. n. faciali eine engere Beziehung zum Lig. suspensorio-columellare. Das Nähere, sowie die Umwandlungen, sind bereits oben beim Hyo-mandibularis besprochen.

Der zweite Hauptast des II. Glossopharyngeus-Ganglions ist der R. lingualis; er verläuft während des Larvenlebens, wenigstens eine Strecke weit, in näherer Nachbarschaft des Quadratums, unterhalb desselben, um zu seinem Kiemenbogen, der sehr weit vorn liegt, zu gelangen.

In der späteren Larvenzeit wird die Beziehung des Glossopharyngeus zum Vagus eine innigere, beide Nerven liegen dicht mit einander verbunden am unteren äusseren Ohrkapsel-Umfang, und auch die Abgabe der Vagus-Aeste findet erst aussen vom hinteren Abschnitte des Operculum statt. Die Aeste verlaufen dann vor dem Vorderrand des „M. opercularis“ nach aussen. Der Grund für diese Verschiebung liegt wahrscheinlich in der Entwickelung der von der Basis der Ohrkapsel zur Scapula ziehenden Musculatur.

Genaueres über die Glossopharyngeus-Vagus-Gruppe behalte ich mir für später vor.

2. Vergleichende Bemerkungen.

I. N. olfactorius.

Auch bei den Urodelen treten beide Olfactorii durch je ein Foramen aus dem Cavum cranii direct in die Nasenhöhle. Das Verhalten ist aber doch nicht überall dasselbe. Sehr ähnlich dem bei Rana ist das bei Siredon, von dem mir ein Modell vorliegt. Auch hier ist das For. olfactorium begrenzt einmal durch den vordersten freien Rand der orbitalen Schädelseitenwand, und ferner durch eine „Ethmoidalplatte“, eine Knorpelmasse, die nach vorn das Cavum cranii abschliesst, und sich in Form eines breiten Septums zwischen beide Nasenkapseln vorschiebt. Anders ist das Verhalten z. B. bei den Tritonen, wo ein knorpeliger vorderer Abschluss der Schädelhöhle fehlt. Hier bildet die Innenwand der Nasenkapsel die unmittelbare vordere Fortsetzung der

[1]) Dass aber auch schon der **Austritt** des Glossopharyngeus aus dem Schädel ein getrennter sei, wie PARKER (32, p. 157) angiebt, ist schlechterdings nicht richtig. PARKER hat offenbar den Ductus perilymphaticus inferior für einen Nerven gehalten. Pl. V, Fig. 4. Das Glossopharyngeus-Loch PARKER's (8a) liegt am Boden der Ohrkapsel.

orbitalen Schädelseitenwand, und im hinteren Abschnitte dieser Innenseitenwand findet sich ein grosses Fenster, das mit seiner hinteren Hälfte in das Cavum cranii, mit seiner vorderen in das Cavum internasale blickt. Nur durch die hintere Hälfte dringt der Olfactorius. Wie diese verschiedenen Zustände aus einander abzuleiten sind, ist noch nicht ganz klar.

Ueber den Opticus, wie über den Oculomotorius ist zunächst nichts Besonderes zu erwähnen.

Vom

IV. N. trochlearis.

der beim Frosch durch ein eigenes kleines Foramen der knorpeligen Schädelseitenwand in die Orbita dringt, haben neuerdings wieder v. PLESSEN und RABINOVICZ (36) beschrieben, dass er bei Salamandra vom Trigeminus abgegeben werde. Mir scheint die Frage doch noch einer weiteren Prüfung werth; wie BURCKHARDT (6, p. 394) habe auch ich bei Triton den gesonderten Ursprung aus dem Gehirn zwischen Lobus opticus und Cerebellum beobachtet. (Wie auch seinerzeit schon STIEDA (48) beim Axolotl). Der weitere Verlauf ist mir allerdings noch nicht ganz klar geworden.

VI. N. abducens.

Dieser besitzt bei den Amphibien zweifellos sehr innige Beziehungen zum ersten Aste des Trigeminus. Diese Beziehung ist aber bei den Anuren enger als bei den Urodelen. Allerdings vermag ich auch bei Siredon den Nerv nicht innerhalb des Ganglion trig. weiter zu verfolgen, dem er bei Triton nur ganz lose ventral anliegt, bei beiden aber begiebt sich der periphere Ast weiterhin nur in enger Nachbarschaft des R. orbito-nasalis, ventral von diesem liegend, zu seinem Endgebiet; bei den Anuren dagegen dringt der Nerv in das Ganglion ein und ist jenseits desselben mit dem I. Aste des Trigeminus untrennbar verbunden. In beiden Fällen ist für den Verlauf des Nerven wichtig, dass auch er unter dem Proc. ascendens quadrati, zwischen diesem und der Schädelseitenwand verläuft. Ein eigenes Foramen, wie es FISCHER für Salamandra beschreibt, besitzt er bei Siredon und Triton nicht. Nach FISCHER verhalten sich in dieser Hinsicht übrigens auch die Anuren etwas verschieden unter einander.

V. u. VII. Trigeminus und Facialis.

Was zunächst die Verhältnisse der Wurzeln betrifft, so sind dieselben auf den ersten Blick schon von denen der Urodelen recht verschieden. Die gewöhnliche Schilderung für letztere lautet: der Facialis

entspringt mit dem Acusticus zusammen, bildet mit diesem ein grosses Acustico-Facialis-Ganglion und betritt sodann mit ihm zusammen die Ohrkapsel. Diese durchsetzt er, an ihrem Boden liegend, tritt durch ein Foramen ihres äusseren unteren Umfanges unter Bildung eines „Ganglion geniculi“ wieder aus, und entsendet von diesem seine drei Hauptäste: R. palatinus, hyomandibularis und communicans c. n. glossopharyngeo. Der R. palatinus gelangt oft schon (z. B. Salamandra) durch ein eigenes Foramen aus der Ohrkapsel heraus. Bevor der Facialis in die Ohrkapsel tritt, entsendet er eine verstärkende Wurzel zum Trigeminus-Ganglion. Die eigentliche Trigeminus-Wurzel entspringt vor der des vereinigten Acustico-Facialis und bildet, abgesehen von jenem Verstärkungszweige das Ganglion trig. allein. Hierzu haben erst kürzlich v. Plessen und Rabinovicz (36) berichtet, dass die „dorsale Trigeminus-Wurzel“ — so bezeichnen sie den intracraniellen Verstärkungszweig des Facialis zum Trigeminus-Ganglion — ihr eigenes „Nebenganglion“ bilde, das dorsal vom Hauptganglion des Trigeminus liege und, ohne eine Verbindung mit demselben einzugehen, den „R. supramaxillaris superior“ und „frontalis“ entsende, während das Hauptganglion den „Nasalis“ und „Mandibularis“ aus sich hervorgehen lasse. Von der Existenz des „Nebenganglions“ kann man sich bei Larven von Triton und Siredon — Salamandra habe ich nicht untersucht — leicht überzeugen; von einem Ursprung des Supramaxillaris ausschliesslich aus dem Nebenganglion möchte ich jedoch nicht reden, da mir der Antheil, den das Hauptganglion an der Bildung jenes Nerven nimmt (R. communicans c. n. supramaxillari bei v. Plessen und Rabinovicz), gar nicht so gering zu sein scheint.

Die scheinbaren Unterschiede zwischen dem Verhalten bei den Anuren und Urodelen verschwinden, wenn man die Larven-Stadien jener betrachtet und ausserdem zunächst von der Verbindung des Facialis mit dem Trigeminus vor der Ohrkapsel bei den Anuren absieht. Diese wird weiter unten besprochen. — Ausser dem eigentlichen Facialis, der ventral von der Trigeminus-Wurzel verläuft, besitzen, wie beschrieben, die Anuren-Larven noch einen Nerv, der oben als Radix accessoria n. trig. bezeichnet wurde, der mit dem Facialis zusammen entspringt und, wie bei den Urodelen, dorsal von der Trigeminus-Wurzel, zu dessen Ganglion verläuft, ja hier ebenfalls ein deutlich unterscheidbares „Nebenganglion“ bildet. Auch die daraus entspringenden Aeste sind, wenigstens verglichen mit denen bei Siredon und Triton, wesentlich dieselben, und vor Allem haben sie das gemeinsame, dass sie die Hautsinnesorgane in der Umgebung des Auges versorgen. Dass diese Thatsache von v. Plessen und Rabinovicz nicht erwähnt wird, ist mir auffallend; ich habe mich von ihr bei Tritonlarven jedenfalls überzeugt. Wir haben also hier die interessante Thatsache, dass die Froschlarven genau dasselbe Verhalten zeigen, wie die Urodelen. Es ergiebt sich aber auch eine

sehr wahrscheinliche Erklärung für das Verhalten des umgewandelten Thieres. Dass die accessorische Wurzel mit ihren Aesten bei umgewandelten Fröschen nicht mehr nachweisbar ist, kann nicht Wunder nehmen, wenn man bedenkt, dass die Hautsinnesorgane bei diesen auch zu Grunde gegangen sind; andererseits muss sie bestehen bleiben, wo die genannten Organe ihre Existenz auch nach der Metamorphose behalten, wie es bekanntlich nach MALBRANC (Zeitschr. f. wissensch. Zoologie Bd. 26) bei Triton taeniatus, als einem wasserbewohnenden Molch, der Fall ist. Und hier ist die intracranielle Anastomose des Facialis mit dem Trigeminus schon lange bekannt. Dass sie nach FISCHER auch bei Salamandra vorhanden ist, wo die Hautsinnesorgane, soviel bekannt ist, schwinden, muss dann so erklärt werden, dass sie auch noch andere sensibele Fasern führt, als bloss die für jene Organe; speciell erwähnt aber FISCHER, ohne sich offenbar der Bedeutung bewusst zu sein, dass diese intracranielle Anastomose bei Triton stärker ist als bei Salamandra. Eigene Untersuchungen an erwachsenen Thieren konnte ich hierüber noch nicht anstellen. Jedenfalls darf es nicht befremden, wenn die Anastomose bei höheren Thieren nicht mehr vorhanden ist. Thatsächlich ist sie auch bei den Reptilien schon verschwunden.

Das zweite wichtige Verhalten, das noch zu erwähnen wäre, betrifft den Verlauf des Stammes des Facialis und die Verbindung seines Ganglion geniculi mit dem Ganglion trigemini vor der Ohrkapsel. Ihm steht gegenüber das bei manchen Urodelen, wie den Tritonen, wo der Facialis frei durch die Ohrkapsel hindurch tritt und erst an der Austrittsstelle das Ganglion geniculi bildet.[1]) Ueber diese Differenz habe ich auf p. 385 das Wichtigste auseinander gesetzt und gezeigt, dass die Verbindung der beiden Nerven phylogenetisch entstanden zu denken ist nach Schwinden der Wand eines früher vorhanden gewesenen Facialis-Canales, wie ihn z. B. noch Siredon und Amphiuma zeigen. Die Verbindung ist in der Embryonalzeit eine losere, wird aber später bei Rana eine so innige, dass äusserlich wenigstens die Theile nicht mehr trennbar sind; bei anderen Anuren (Pelobates, Bombinator) ist sie nach FISCHER (12) auch beim erwachsenen Thiere durch eine Incisur angedeutet.

Was die einzelnen Aeste betrifft, so können auch nur einige wichtige, auf das Verhalten zum Knorpelschädel bezügliche Daten Erwähnung finden.

V, 1. R. orbito-nasalis.

Für diesen dürfte vergleichend-anatomisch wichtig sein die Lagebeziehung zum Proc. ascendens des Quadratum und zum Proc. antorbitalis. Erstere, die bei den Anuren nur während des Larvenlebens zur

[1]) Dieses Ganglion findet bei v. PLESSEN und RABINOVICZ (86) auffallender Weise keine Erwähnung, dürfte aber doch wohl auch bei Salamandra vorhanden sein.

Geltung kommt, ist bei den Urodelen zeit
erhalten in der Beziehung des V, 1 zum „
der kionokranen Saurier.

Was die Beziehung zum „Proc. antor
erst durch weitere Untersuchungen eine s
das, was man mit lezterem Namen bezeich
der Verwendung des Orbito-nasalis als obe
orbitalis bin ich WIEDERSHEIM gefolgt, de
den Urodelen-Schädel alle bei den Urodele
Fortsatzes schildert.

V, 2. R. maxillaris.

a) Maxillaris superior.

Vergleichend-anatomisch wären in Bet
zu behandeln, die einerseits die Anastomo
sphenoidalis) betreffen, andererseits sein
Schädel, und zwar vor Allem zum knöcher
bei höheren Thierklassen, schon bei Rept
Knochens tritt, verläuft er beim Frosch, üb
völlig frei. Die Erklärung dafür wird sich
lassen und in der Entwickelung des Oberki
gründet liegen — indessen ist das eben ei
Bearbeitung höherer Schädel in Betracht g

b) Maxillaris inferior.

Für den Inframaxillaris der erwachse
teristisch, dass er den MECKEL'schen Kno
aussen umgreift, und sich dann an die
lare begiebt, wo er weiter nach vorn verlä
noch die Muskeläste für den Mylohyoideus
Ein Vergleich mit dem Verhalten bei de
Thierklassen scheint zuerst auf Schwierigk
lösen sich diese leicht.

Den Ausgangspunkt macht am besten
hältnisse ja auch beim Skelet mehrfach
klärung gaben.

1. Bei Siredon tritt der Nerv, nach
muskeln herabgestiegen ist, in den Unte
Unterkiefercanal ist aber dadurch zu Stand
Dentale auf der Aussenseite des MECKEL'sch
erstreckt, während bekanntlich bei den An
des Unterkiefers an der Aussenseite des M
kein Deckknochen findet. Bei Rana ve

Inframaxillaris subcutan, resp. zwischen den Ansätzen der Muskeln um den MECKEL'schen Knorpel herum, bei Siredon dagegen kommt der Nerv zwischen MECKEL'schen Knorpel und Dentale zu liegen, d. h. „in den Unterkiefercanal". Ein Verhalten wie bei Siredon bildet damit den Ausgangspunkt für das Verhalten bei den Urodelen überhaupt und weiterhin bei den Reptilien.

2. Eine weitere auffallende Thatsache ist es, dass der Inframaxillaris sich um den Unterkiefer von aussen herumschlingt, um an dessen Innenseite zu gelangen. Aber auch hier zeigt sich die Constanz des Nervensystems in deutlicher Weise. Es verläuft nämlich allerdings sowohl bei den Urodelen, wie auch bei den Reptilien, die Hauptmasse des Nerven im Unterkiefercanal als N. alveolaris inf. nach vorn, und zwar am oberen Rande des MECKEL'schen Knorpels liegend, aber doch findet man bei beiden Thierklassen einen Ast dieses Alveolaris inf., der — zunächst noch innerhalb des Canales — an der Aussenseite des MECKEL'schen Knorpels herab und um seinen unteren Rand herum nach einwärts läuft und durch ein Foramen (bei Siredon zwischen Dentale und Operculare) an der Innenseite des Unterkiefers heraustritt, um dann an der Innenseite des Operculare weiter nach vorn zu verlaufen und den M. mylo-hyoideus zu versorgen. Dieser Ast, den ich wegen seines charakteristischen Verhaltens zum MECKEL'schen Knorpel als „R. circumflexus" bezeichnen möchte, ist also derjenige, der beim Frosch allein das Ende des Inframaxillaris bildet.

Einen dem „R. alveolaris inf." entsprechenden Ast konnte ich bei Rana nicht auffinden, wohl aber ist er, wie erwähnt, bei den Urodelen vorhanden. Vielleicht, ja wahrscheinlich, hängt dies mit dem Fehlen der Zähne im Unterkiefer des Frosches zusammen, und ist wie dieses eine secundäre Erscheinung.

Ganz besonderes Interesse hat dann vom vergleichend anatomischen Gesichtspunkte aus die Thatsache, die HIS erwähnt, dass auch beim menschlichen Embryo der MECKEL'sche Knorpel den Mandibularis und Lingualis trenne.

So ist also auch das zuerst auffallende Verhalten des Inframaxillaris der Anuren durchaus befriedigend zu erklären.

VII, 1. R. hyo-mandibularis.

Für den R. hyo-mandibularis des Facialis ist typisch, dass er sich von seiner Ursprungsstelle am Ganglion an zunächst nach hinten wendet, um aussen am Primordialcranium (resp. am äusseren Umfang der Ohrkapsel) über den proximalen Theil des schallleitenden Apparates nach hinten zu verlaufen. Dieser Verlauf ist auch bei Säugern, ja selbst beim Menschen noch deutlich genug zu erkennen, seit durch die hochinteressanten Untersuchungen VROLIK's (55) festgestellt ist, dass der Canal. Fallopiae

aus drei durchaus verschiedenen Abschnitten sich zusammensetzt, von denen nur der erste, bis zum Hiatus, wirklich vom Primordialcranium gebildet wird. Es verläuft also auch beim Menschen der hintere Hauptstamm des Facialis, d. h. der Hyo-mandibularis, — denn der Palatinus ist der Petrosus superficialis major — an der Aussenfläche des Primordialcraniums über das Foramen ovale und somit über den proximalen Theil des schallleitenden Apparates nach hinten, um erst dann im Bogen sich nach unten zu wenden. Geht man von dem offenbar primären Verhalten bei den Urodelen aus, wo der Facialis noch getrennt vom Trigeminus durch einen eigenen Canal verläuft, so ist es nicht schwer, über die Umwandlungen, die wesentlich durch die Entwickelung der Schnecke bedingt sind, klar zu werden. Ich gedenke bei Bearbeitung des Reptilienschädels darauf zurückzukommen. Der Verlauf über das For. ovale und die Gehörknöchelchen ist bei Reptilien und Säugern im Princip durchaus derselbe, wie schon bei den Anuren.

Schon bei der Betrachtung des Proc. basalis quadrati wurde dann ferner darauf hingewiesen, dass der Nerv auch zu diesem bei den Anuren dieselbe Lagebeziehung im Princip beibehalten hat, die er bei den Urodelen besitzt. Die Verschiebung kommt hauptsächlich auf Kosten der veränderten Austrittsstelle bei den Anuren.

Die wichtigste Veränderung, die in der Lagebeziehung des Facialis zu Theilen des Knorpelschädels bei den Reptilien schon zu constatiren ist, ist die, dass die Chorda tympani sich wieder zurück nach vorn wendet, um noch einmal, nun aber von hinten nach vorn, das Gehörknöchelchen, und zwar nur den distalen Abschnitt desselben zu überschreiten. Wie mir scheint, ist dies ein Punkt, der sehr zu denken giebt und schon darauf hinweist, dass Complicationen im schallleitenden Apparat eingetreten sind, die an sich bereits eine Total-Homologie zwischen der Ohrcolumella der Frösche und der der Saurier mehr als zweifelhaft erscheinen lassen.

VII, 2. R. palatinus.[1])

Dieser tritt bei den Anuren in keine unmittelbare Beziehung zum Primordialschädel, sondern läuft direct unter der Gaumenschleimhaut. Dies gilt auch für die Urodelen, nur tritt hier das Anfangsstück des Nerven und der Ursprung aus dem Ganglion geniculi in engere Beziehung zur Ohrkapsel, was oben besprochen wurde.

Bei den Sauriern dringt der Nerv, wie gewöhnlich im Anschluss an die Schilderung von FISCHER (13) angegeben wird, durch einen kurzen

[1]) WATTEVILLE und WIEDERSHEIM beschreiben den Palatinus als zum Trigeminus gehörig. Daneben soll aber noch ein besonderer „Palatinus des Facialis“ bestehen, der sich mit jenem vereinen soll. Ich habe zwar auch öfter zwei Wurzeln des Palatinus constatiren können, sehe darin aber keinen Grund, dieselben auch als ihrer Herkunft nach verschiedenwerthig anzusehen.

Canal im Basilarstück des Keilbeins (Canalis Vidianus auct.). Ich möchte dazu schon hier bemerken, dass der Nerv bei Saurier-Embryonen noch an der Ventralfläche des Primordial-Craniums verläuft, und dass erst durch Bildung eines Deckknochens, der offenbar als „Parasphenoid“ aufzufassen ist, jener Canal zu Stande kommt, in den der Nerv eingeschlossen wird. Dieser Canal durchsetzt also nicht etwa das knorpelig präformirte Basisphenoid, sondern liegt zwischen ihm und dem „Parasphenoid“. Beide Bestandtheile sind später nicht mehr zu trennen. Das sogenannte „Basisphenoid“ der Saurier ist danach = Autosphenoid + Dermosphenoid, also ein „amphigener“ Knochen, um im Sinne v. WIJHE's zu reden (60, p. 215 Anm.).

IX. u. X. Glossopharyngeus-Vagus-Gruppe.

Ich begnüge mich hier damit, darauf hinzuweisen, dass auch die Urodelen einen R. communicans glossopharyngei c. n. faciali von wesentlich derselben Form wie die Anuren, nur, wie mir scheint, recht erheblich schwächer, besitzen. Bei den Reptilien complicirt sich das Verhalten bereits etwas; ich kann jedoch hier darauf noch nicht eingehen. Dass es sich bei jenem Nerven in der Hauptsache um die „JACOBSON'sche Anastomose“ der Säuger handelt, ist wohl zweifellos. Aus seiner bei den Amphibien relativ bedeutenderen Mächtigkeit folgt seine grössere Wichtigkeit bei diesen; leider ist aber seine functionelle Bedeutung bei den niederen Thieren noch durchaus unklar.

Literaturverzeichniss.

1. ALBRECHT, P., Note sur le basioccipital des Batraciens anoures. Bulletin du Musée royal d'histoire naturelle de Belgique. T. II. 1883.
2. ALBRECHT, P., Sur la valeur morphologique de l'articulation mandibulaire, du cartilage de Meckel et des osselets de l'ouïe. Bruxelles 1883.
3. ALBRECHT, P., Sur la valeur morphologique de la trompe d'Eustache et les dérivés de l'arc palatin, de l'arc mandibulaire et de l'arc hyoidien des Vertébrés. Bruxelles 1884.
4. BORN, G., Ueber die Nasenhöhlen und den Thränennasengang der Amphibien. Morpholog. Jahrbuch Bd. II. 1877.
5. BRUCH, C., Vergleichende Osteologie des Rheinlachses. Mainz 1875.
6. BURCKARDT, R., Untersuchungen am Hirn und Geruchsorgan von Triton und Ichthyophis. Ztschr. f. wissensch. Zoologie. Bd. 52. 1891.
7. CHIARUGI, Sur les myotomes et sur les nerfs de la tête postérieure et de la région proximale du tronc dans les embryons des Amphibiens anoures. Archives italiennes des biology. Tome XV. 1891.
8. COPE, E. D., On the relations of the hyoid and otic elements of the skeleton in the Batrachia. Journal of Morphology. II. 2. 1889.
9. CUVIER, G., Ossemens fossiles. T. V. P. II. Paris 1824.
10. DUGÈS, A., Recherches sur l'ostéologie et la myologie des Batraciens. Mémoires présent. à l'Académie royale des Sciences. Tome VI. Paris 1835.
11. ECKER, A. und WIEDERSHEIM, R., Anatomie des Frosches. Braunschweig 1864—1882.
12. FISCHER, J. G., Amphibiorum nudorum neurologiae specimen primum. Berol. 1843.

13. Fischer, J. G., Die Gehirnnerven der Saurier. Hamburg 1852.
14. Friedreich, N. und Gegenbaur, C., Der Schädel des Axolotl. Berichte von der kgl. zootomischen Anstalt zu Würzburg. Zweiter Bericht für d. Schuljahr 1847/48. Leipzig 1849.
15. Gadow, H., On the modifications of the first and second visceral arches with especial reference to the homology of the auditory ossicles. Philosophical Transactions. Vol. 179. 1888.
16. Gaupp, E., Die „Columella“ der kionokranen Saurier. Anatomischer Anzeiger 1891.
17. Gaupp, E., Zur Kenntniss des Primordial-Craniums der Amphibien und Reptilien. Verhandlungen der anatomischen Gesellschaft auf der V. Versammlung in München. 1891.
18. Gegenbaur, C., Untersuchungen zur vergleichenden Anatomie der Wirbelsäule bei Amphibien und Reptilien. Leipzig 1862.
19. Gegenbaur, C., Untersuchungen zur vergleichenden Anatomie der Wirbelthiere. III. Das Kopfskelet der Selachier. Leipzig 1872.
20. Gegenbaur, C., Die Metamerie des Kopfes und die Wirbeltheorie des Kopfskeletes. Morphol. Jahrbuch. Bd. 13. 1888.
21. Goette, A., Entwicklungsgeschichte der Unke. Leipzig 1875.
22. Hasse, C., Das knöcherne Labyrinth der Frösche. Anatomische Studien. I. Leipzig 1873.
23. Hasse, C., Die Lymphbahnen des inneren Ohres der Wirbelthiere. Anatom. Studien. I. Leipzig 1873.
24. Hertwig, O., Ueber das Zahnsystem der Amphibien und seine Bedeutung für die Genese des Skelets der Mundhöhle. Archiv für mikroskop. Anatomie. 1874. Suppl.
25. Hoffmann, C. K., „Amphibien“ in Bronn's „Klassen und Ordnungen des Thierreiches“.
26. Hoffmann, C. K., Over de Ontwikkelingsgeschiedenis van het Gehoororgaan en de morphologische Beteekenis van het Gehoorbeentje bij de Reptiliën. Natuurk. Verh. der Koningkl. Academie. Deel XXVIII. Amsterdam 1889.
27. Huxley, T. H., The nature of the Craniofacial Apparatus of Petromyzon. Journal of Anatomy and Physiology. Vol. X. 1876.
28. Killian, G., Die Gehörmuskeln des Krokodils. Jenaische Ztschr. f. Naturw. Bd. 24, N. F. Bd. 17. 1890.
29. Kingsley, J. S., The head of an Embryo Amphiuma. The American Naturalist. 1892.
30. Kölliker, A., Allgemeine Betrachtungen über die Entstehung des knöchernen Schädels der Wirbelthiere. Berichte von der kgl. zootomischen Anstalt zu Würzburg. Leipzig 1849.

31. Parker, W. K., On the Structure and Development of the Skull in the Salmon. Philos. Transactions. Vol. 173. 1874.
32. Parker, W. K., On the Structure and Development of the Skull of the Common Frog. Philosoph. Transactions. Vol. 161. 1870.
33. Parker, W. K., On the Structure and Development of the Skull in the Batrachia. Part II. Philosoph. Transact. Vol. 166. 1876.
34. Parker, W. K., On the Struct. and Developm. of the Skull in the Batrachia. Part III. Philos. Transact. Vol. 172. 1881.
35. Parker and Bettany, G. T., The Morphology of the Skull. London 1877. Dtsch. von Vetter. Stuttgart 1879.
36. v. Plessen und Rabinovicz, Die Kopfnerven von Salamandra maculata in vorgerücktem Embryonal-Stadium. München 1891.
37. Rathke, H., Untersuchungen über den Kiemenapparat und das Zungenbein der Wirbelthiere. Riga und Dorpat 1832.
38. Rathke, Bemerkungen über die Entwicklung des Schädels der Wirbelthiere. Vierter Bericht über das naturwissenschaftliche Seminar zu Königsberg. Kgsbg. 1839.
39. Reichert, C. B., Vergleichende Entwicklungsgeschichte des Kopfes der nackten Amphibien. Königsberg 1838.
40. Retzius, G., Das Gehörorgan der Wirbelthiere. Stockholm 1881.
41. Rosenberg, E., Untersuchungen über die Occipitalregion des Cranium und den proximalen Theil der Wirbelsäule einiger Selachier. Dorpat 1884.
42. Rosenberg, E., Ueber das Kopfskelet einiger Selachier. Sitzgsber. der Dorpater Naturforsch. Gesellschaft. Jahrg. 1886.
43. Sagemehl, M., Beiträge zur vergleichenden Anatomie der Fische. I. Das Cranium von Amia calva. Morphol. Jahrb. IX. 1884.
44. Sagemehl, M., Beiträge zur vergleichenden Anatomie der Fische. III. Das Cranium der Chariciniden. Morphol. Jahrb. X. 1885.
45. Sagemehl, M., Beiträge zur vergleichenden Anatomie der Fische. IV. Das Cranium der Cyprinoiden. Morphol. Jahrbuch XVII. 1891.
46. Sewertzow, A. N., Ueber einige Eigenthümlichkeiten in der Entwicklung des Schädels von Pelobates fuscus. Berlin 1891.
47. Solger, B., Beiträge zur Kenntniss der Nasenwandung und besonders der Nasenmuscheln der Reptilien. Morphol. Jahrb. Bd. I. 1876.
48. Stieda, L., Ueber den Bau des centralen Nervensystems des Axolotl. Ztschr. f. wissensch. Zoologie. Bd. XXV. 1875.
49. Stöhr, Ph., Zur Entwicklungsgeschichte des Urodelenschädels. Ztschr. f. wissenschaftl. Zoologie. XXXIII. 1879.
50. Stöhr, Ph., Zur Entwicklungsgeschichte des Anurenschädels. Ztschr. f. wissenschaftl. Zoologie. XXXVI. 1881.

51. STÖHR, Ph., Zur Entwicklungsgeschichte des Teleostier-Schädels. Festschrift zur Feier des 300 jährigen Bestehens der Universität Würzburg. Leipzig 1882.

52. STRONG, OLIVER S., The Structure and Homologies of the Cranial Nerves of the Amphibia as determined by their peripheral Distribution and internal Origin. Zoolog. Anzeiger. 1890. Nr. 348 — und Anatom. Anzeiger. 1892.

53. VILLY, FRANCIS., The development of the ear and accessory organs in the Common frog. Quarterly Journal of Microscop. Science 1890.

54. VOLKMANN, A. W., Von dem Baue und den Verrichtungen der Kopfnerven des Frosches. Müller's Archiv für Anatomie, Physiologie etc. Jahrgang 1838.

55. VROLIK, J. A., Studien über die Verknöcherung und die Knochen des Schädels der Teleostier. Niederl. Archiv f. Zoologie. Vol. I. 1873.

56. WATTEVILLE, A. de, A description of the cerebral and spinal nerves of Rana esculenta. Journal of Anatomy and Physiology. Vol. IX. 1875.

57. WIEDERSHEIM, R., Die Kopfdrüsen der geschwänzten Amphibien und die Glandula intermaxillaris der Anuren. Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie. Bd. XXVII. 1876.

58. WIEDERSHEIM, R., Das Kopfskelet der Urodelen. Morpholog. Jahrb. Bd. III. 1877.

59. WIEDERSHEIM, R., Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der Wirbelthiere. II. Auflage. Jena 1887.

60. WIJHE, J. v., Ueber das Visceralskelet und die Nerven des Kopfes der Ganoiden. Niederländisches Archiv für Zoologie. Bd. V. 1882.

Verzeichniss der Abbildungen.

Fig. 1. Modell des Primordial-Craniums einer Rana fusca von 14 mm Gesammtlänge nach Verschwinden der äusseren Kiemen. Das Modell ist bei 50 facher Vergrösserung hergestellt. Dorsalansicht. Verhältniss von Abbildung: Modell = 1:1.

Fig. 2—4. Schnitte derselben Serie, nach der das Modell Fig. 1 hergestellt ist.

Fig. 2. Schnitt durch die Occipitalregion unmittelbar caudalwärts von der Einmündung der IV. Kiemenvene in die Dorsal-Aorta. Vergr. 32 fach.

Fig. 3. Schnitt durch die Labyrinthregion, entsprechend der Einmündungsstelle der II. Kiemenvene in die Dorsal-Aorta. Vergr. 50 fach.

Fig. 4. Schnitt durch den vorderen Theil der Labyrinthregion, etwas nasalwärts von der Einmündung der I. Kiemenvene in die Dorsal-Aorta. Vergr. 32 fach.

Fig. 5. Etwas älteres Stadium (ganze Länge 16 mm, Körperlänge 6 mm). Schnitt durch die mittlere Labyrinthregion. Vergr. 32 fach.

Fig. 6—10. Schnitte derselben Serie wie Fig. 2–4.

Fig. 6. Schnitt durch die vordere Hälfte der vorderen Trabecularplatte. Vergr. 32 fach.

Fig. 7. Schnitt durch die vordere Trabecularplatte, dicht am Abgang der Cornua trabecularum. Vergr. 32 fach.

Fig. 8. Schnitt durch die Quadrato-Mandibular-Verbindung. Vergr. 32 fach.

Fig. 9. Schnitt durch die Verbindung zwischen Meckel'schem und Unterlippen-Knorpel. Vergr. 32 fach.

Fig. 10. Schnitt durch die Verbindung zwischen dem Cornu trabeculae und Oberlippenknorpel. Vergr. 32 fach.

Fig. 11. Modell der rechten Ohrkapsel einer Rana fusca von 21 mm Länge. Ansicht von der Schädelhöhle aus. Das Modell ist bei 50 facher Vergrösserung hergestellt. Verhältniss der Abbildung: Modell = c. 1 : 1,3.

Fig. 12. Modell des Primordial-Craniums einer Rana fusca von 29 mm Gesammtlänge. Das Modell ist bei 50 facher Vergrösserung hergestellt. Verhältniss von Abbildung: Modell = 1 : 3. Dorsal-Ansicht.

Fig. 13. Dasselbe Modell. Ventral-Ansicht.

Fig. 14. Dasselbe Modell. Hintere Ansicht der linken Seite. Abb.: Mod. = 1 : 2.

Fig. 15—18. Schnitte derselben Serie.

Fig. 15. Schnitt durch die Occipitalgegend. (Verbindung des I. Wirbels mit dem Occipitalbogen.) Der Schnitt hat das Tuberc. interglenoidale des I. Wirbels, das Occipito-Vertebral-Gewebe und den Occipitalbogen, dazu die das For. vagi vom For. perilymphaticum accessorium trennende Knorpelbrücke zum Theil getroffen. Vergr. 32 fach.

Fig. 16. Schnitt durch die Occipitalgegend, etwas vor dem in Fig. 15 dargestellten. Vergr. 32 fach.

Fig. 17. Schnitt durch die Labyrinthgegend, zwischen der Einmündung der II. und III. Kiemenvene in die Aortenwurzel. Vergr. 30 fach.

Fig. 18. Schnitt durch die Labyrinthgegend, dicht hinter der Einmündung der I. Kiemenvene in die Aortenwurzel. Vergr. 30 fach.

Fig. 19. Etwas älteres Stadium. (Ganze Länge 37 mm. Hintere Extr. klein.) Schnitt durch die vordere Kuppel der Ohrkapsel. Vergr. 25 fach.

Fig. 20. Horizontalschnitt durch die Occipitalregion und den angrenzenden Theil der Wirbelsäule einer Larve von Rana fusca. (Ganze Länge 39 mm; hintere Extremitäten ziemlich kräftig.) Vergr. 30 fach.

Fig. 21. Modell eines Stückes der rechten Ohrkapsel mit dem Foramen ovale, dem Operculum und der Anlage der Columella. Von einer Rana fusca von 39 mm, mit starken hinteren Extremit. Das Modell ist bei 50 facher Vergrösserung hergestellt, Verhältniss von Abbildung: Modell = 1 : 3.

Fig. 22. Nasenskelet der rechten Seite über dem intacten Trabekelhorn. Modell von einer Rana fusca von 37 mm (Körper 15, Schwanz 22), mit kräftigen hinteren Extremitäten. Vergrösserung des Modelles 50 fach; Verhältniss von Abbildung: Modell = 1 : 1.

Fig. 23. Schnitt durch die Nasengegend einer Rana fusca von 42 mm Gesammtlänge (Körper 16, Schwanz 26), mit kräftigen hinteren Extr. Vergr. 60 fach.

Fig. 24. Modell des Primordial-Craniums einer Rana fusca in der Metamorphose. Die vordere Hälfte der Nasen- und die hintere der Ohrkapsel sind abgeschnitten. (a entspricht der Stelle, von der aus sich der Proc. ascendens fortsetzte; auch die craniale Befestigungsstelle desselben ist noch sichtbar.) Lateralansicht. Das Modell ist bei 50 facher Vergrösserung hergestellt, Verhältniss von Abbildung zu Modell = 1 : 2.

Fig. 25. Modell des Primordial-Craniums einer Rana fusca gegen das Ende der Metamorphose, mit 4 Extremitäten und stark reducirtem Schwanze. Das Modell ist bei 50 facher Vergrösserung hergestellt, Verhältniss von Abbildung: Modell = c. 1 : 3. Dorsal-Ansicht. (Das isolirte mittelste Stück der Taenia tecti transversalis ist durch einen Draht mit den Seitenwänden verbunden.)

Fig. 26. Dasselbe Modell. Ventral-Ansicht.

Fig. 27. Von demselben Modell: Anfangstheil des Quadratums an der Verbindungsstelle mit der Ohrkapsel, Lateral-Ansicht. Verhältniss von Abbildung: Modell = 1 : 1. (a entspricht der Stelle, von der aus sich der Proc. ascendens fortsetzte, b und c sind die beiden „Faltenblätter“.)

Fig. 28. Von demselben Modell. Inneres der linken Ohrkapsel, vordere Hälfte. Abbildung: Modell = 1 : 1.

Fig. 29. Von demselben Modell. Inneres der linken Ohrkapsel, hintere Hälfte. Abbildung: Modell = 1 : 1.

Fig. 30. Von demselben Modell. Inneres der Nasenhöhle. Hintere Hälfte. Abbildung: Modell = c. 1 : 1,5.

Fig. 31. Von demselben Modell. Inneres der Nasenhöhle. Vordere Hälfte. Abbildung: Modell = c. 1 : 1,5.

Fig. 32. Von demselben Modell. Vorderansicht des Nasenskelets. Abbildung: Modell = c. 1 : 1,5.

Fig. 33. Von derselben Serie, nach der das Modell Fig. 25 hergestellt ist. Schnitt durch die hintere Gegend des Quadratums, ungefähr entsprechend der in Fig. 27 eingezeichneten Linie. (Faltenbildungen; a und b wie in Fig. 27.) Vergr. 25 fach.

Fig. 34. Von derselben Serie. Schnitt durch den hinteren Theil der Basalplatte. (* die Stellen, wo der Knorpel sich aufzulösen beginnt.) Vergr. 90 fach.

Fig. 35. Schnitt durch dieselbe Gegend von einer eben umgewandelten Rana, nach Verlust des Schwanzes. Vergr. 90 fach.

Fig. 36. Schnitt durch das Tuberculum interglenoidale des I. Wirbels und die lateralen Vertebro-Occipitalverbindungen. Von einer Rana kurz vor völligem Verlust des Schwanzes. Vergr. 90 fach.

Fig. 37. Schnitt durch den vordersten Theil des Tuberculum interglenoidale. Dieselbe Serie wie Fig. 35. Vergr. 90 fach.

Fig. 38. Modell von der hinteren Gegend des Quadratums bei einer Rana fusca gegen das Ende der Metamorphose. Das Modell ist bei 50 facher Vergrösserung hergestellt, die Abbildung c. auf $^2/_3$ verkleinert. Die rothe an das Quadratum anschliessende Linie bezeichnet die Grenze des Proc. muscularis. Auch der Annulus tympanicus ist durch eine rothe Linie angedeutet.

Fig. 39. Modell der Ohrkapsel und hinteren Partie des Quadratums einer Rana fusca unmittelbar nach Beendiguug der Metamorphose (nach totalem Schwunde des Schwanzes). Das Modell ist bei 50 facher Vergrösserung hergestellt; Verhältniss von Abbildung: Modell = 2 : 3. Vorder-Ansicht.

Fig. 40. Dasselbe Modell. Lateral-ventrale Ansicht. Die rothe Linie giebt die Lage des Annulus tympanicus an.

Fig. 41. Modell des Primordial-Cranium einer jungen umgewandelten Rana fusca von 2 cm Länge. Vergrösseruug des Modelles 25 fach; Verhältniss von Abbildung: Modell = 1 : 2. (Operculum und Columella sind entfernt, der Annulus tympanicus durch die rothe Linie angedeutet.)

Fig. 42. Modell der Ohrkapsel mit der Columella. Rana fusca von 23 mm Länge. Das Modell ist bei 50 facher Vergrösserung hergestellt, die Abbildung auf c. $^2/_3$ verkleinert. Ansicht von

hinten und etwas von aussen. Die Grenze des Operculum ist durch die rothe Linie angedeutet, das Quadratum von der Crista parotica abgeschnitten.

Fig. 43. Schnitt durch die Ohrkapsel, entsprechend der vorderen Hälfte der Pars interna columellae (des „Pseudoperculum"). Rana fusca von 19 mm Länge. Vergr. 20 fach.

Fig. 44. Etwas weiter caudalwärts gelegener Schnitt derselben Serie. Es ist der vordere Umfang des Operculum und der hintere der Pars interna columellae getroffen. Vergr. 20 fach.

Fig. 45. Schnitt durch die Nasengegend einer Rana fusca von 4,5 cm Länge. Topographie der subnasalen Fortsetzung des Cavum praenasale. Vergr. 10 fach.

Erklärung der Bezeichnungen.

An den Abbildungen der Modelle sind roth die Nerven, blau die Ganglien. In den schematisch gehaltenen Figuren ist der Knorpel hellblau.

Für alle Figuren gültige Abkürzungen.

(Alphabetisch geordnet.)

A. car. int. = Arteria carotis interna.
A. ty. = Annulus tympanicus.
Ao. d. = Aorta dorsalis.
Ap. ext. nar. = Apertura externa narium.
Arc. occ. = Arcus occipitalis.
Arc. vert. I. = Arcus vertebrae primae.
C. al. = Cartilago alaris.
C. lab. inf. = Cartilago labialis inferior.
C. lab. sup. = Catilago labialis superior.
C. M. = Cartilago Meckelii.
C. obl. = Cartilago obliqua (an der Nasenkapsel).
C. prn. inf. = Cartilago praenasalis inferior („Wiedersheim'scher" Kn.).
C. prn. sup. = Cartilago praenasalis superior („Born'scher" Kn.).
Ca. aud. = Capsula auditiva.
Ca. nas. = Capsula nasalis.
Can. ant. = Canalis anterior (semicircularis).

Can. ext. = Canalis externus.
Can. post. = Canalis posterior.
Cav. inf. = Cavum inferius (der Nasenhöhle).
Cav. med. = Cavum medium (der Nasenhöhle).
Cav. sup. = Cavum superius (der Nasenhöhle).
Cav. peril. = Cavum perilymphaticum.
Cav. u.-s. = Cavum utriculo-sacculare.
Ch. = Chorda.
Co. tr. = Cornu trabeculae.
Col. = Columella. (Col. i., Col. m., Col. e., Col. s. = Pars interna, media, externa; Processus superior columellae.)
Col. ethm. = Columna ethmoidalis.
Com. b.-c. a. = Commissura basi-capsularis anterior.
Com. b.-c. p. = Commissura basi-capsularis posterior.
Com. q.-cr. ant. = Commissura quadrato-cranialis anterior.
Cond. occ. = Condylus occipitalis.
Cop. = Copulare.
Cr. i. m. = Crista intermedia (der Nasenhöhle).
Cr. occ. lat. = Crista occipitalis lateralis.
Cr. p. ot. = Crista parotica.
Cr. pr. op. = Crista praeopercularis.
Cr. s. n. = Crista subnasalis.
Cup. a. = Cupula anterior (der Ohrkapsel).
Cup. p. = Cupula posterior (der Ohrkapsel).
Duct. fen. ov. = Ductus (perilymphaticus) fenestrae ovalis.
F. ac. = Foramen acusticum (F. ac. I = For. pro n. vestibulari, F. ac. II = For. pro n. cochleari).
F. car. prim. = Foramen caroticum primarium.
F. cran.-pal. = Foramen cranio-palatinum.
F. endol. = Foramen endolymphaticum.
F. jug. = Foramen jugulare.
F. ocl. = Foramen oculomotorii.
F. olf. = Foramen olfactorium.
F. opt. = Foramen opticum.
F. ov. prim. = Foramen ovale primarium.
F. ov. sec. = Foramen ovale secundarium.
F. ov. def. = Foramen ovale definitivum.
F. peril. acc. = Foramen perilymphaticum accessorium.
F. peril. inf. = Foramen perilymphaticum inferius.
F. peril. sup. = Foramen perilymphaticum superius.
F. Trig. = Foramen trigemini.
Fac. Hy. = Facies hyoidis (am Quadratum).
Fen. b.-cr. = Fenestra basi-cranialis.
Fen. ethm. = Fenestra ethmoidalis.

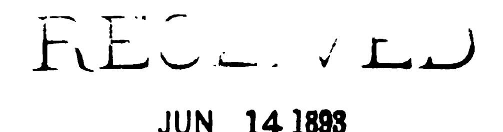
Fen. n.-b. = Fenestra naso-basalis.
Fen. suboc. = Fenestra subocularis.
Fov. fen. ov. = Fovea fenestrae ovalis.
Gg. = Ganglion (durch Zusatz von römischen, den Nerven entsprechenden, Ziffern bezeichnet).
Gl. i. m. = Glandula intermaxillaris.
Gl. nas. inf. = Glandula nasalis inferior.
Hy. = Hyoid.
Inc. occ. = Incisura occipitalis.
L. i. tr. inf. = Ligamentum intertrabeculare inferius.
L. i. tr. sup. = Ligamentum intertrabeculare superius.
L. q.-ethm. = Ligamentum quadrato-ethmoidale.
Lag. = Lagena.
Lam. hor. ant. = Lamina horizontalis anterior (in der Ohrkapsel).
Lam. hor. post. = Lamina horizontalis posterior (in der Ohrkapsel).
Lam. vert. = Lamina verticalis (in der Ohrkapsel).
Lam. inf. = Lamina inferior (Cristae intermediae der Nasenkapsel).
Lam. sup. = Lamina superior (Cristae intermediae der Nasenkapsel).
M. pteryg. = Musculus pterygoideus.
Ma. negl. = Macula neglecta.
Ma. p. = Macula ampullae posterioris.
Ma. rec. u. = Macula recessus utriculi.
Ma. s. = Macula sacculi.
Mbr. op. = Membrana opercularis.
Mbr. ty. = Membrana tympani.
O. i. m. = Os intermaxillare.
O. m. = Os maxillare.
O. pter. = Os pterygoideum.
O. ty. = Os tympanicum.
Op. = Operculum.
P. art. = Pars articularis.
P. mtpg. = Pars metapterygoidea.
P. pl. = Pars plana.
Pg. = Pigmentzellen-Lage.
Pl. bas. = Planum basale.
Pl. ethm. = Planum ethmoidale.
Pl. term. = Planum terminale (Carilaginis obliquae der Nasenkapsel).
Pl. trab. ant. = Planum trabeculare anticum.
Pr. ao. = Processus antorbitalis.
Pr. asc. = Processus ascendens (Quadrati).
Pr. bas. = Processus basalis (Quadrati).
Pr. m. = Processus muscularis (Quadrati).
Pr. max. ant. = Processus maxillaris anterior.
Pr. max. post. = Processus maxillaris posterior.

Pr. ot. = Processus oticus (Quadrati).
Pr. pt. = Processus pterygoideus (Quadrati).
Pr. q.-ethm. = Processus quadrato-ethmoidalis (Quadrati).
Q. = Quadratum.
R. = Ramus.
Rd. = Radix (mit der röm. Ziffer des betr. Nerven).
Rd. a. = Radix accessoria.
S. = Septum (der Nasenhöhle).
Sa. endol. = Saccus endolymphaticus.
Sacc. = Sacculus.
Sin. sup. = Sinus superior.
Sol. i. orb. = Solum interorbitale.
Sol. nas. = Solum nasale.
Taen. tect. marg. = Taenia tecti marginalis.
Taen. tect. med. = Taenia tecti medialis.
Taen. tect. transvers. = Taenia tecti transversalis (ist an dem Modell Fig. 25 in 3 Partien aufgelöst. Die graue verbindende Linie stellt den verbindenden Draht dar).
Tb. Eust. = Tuba Eustachii.
Tect. synot. = Tectum synoticum.
Th. = Thymus.
Tr. = Trabecula.
Tub. i. gl. = Tuberculum interglenoidale (des I. Wirbels).
Tub. prgl. = Tuberculum praeglenoidale (am Meckel'schen Knorpel).
Utr. = Utriculus.
V. br. = Vena branchialis (mit römischen Ziffern bezeichnet).
V. jug. = Vena jugularis interna.

Von den Nerven ist:

V, R. c. o. = Ramus cutaneus orbitalis trigemini.
V, 1. = Ramus orbito-nasalis.
V, 2. = „ maxillaris.
VII, 1. = „ hyo-mandibularis.
VII, 2. = „ palatinus.
VIII, 1. = „ vestibularis.
VIII, 2. = „ cochlearis.
IX, 1. (co.) = Ramus communicans glossopharyngei c. n. faciali.
IX, 2. = Ramus lingualis.

G. Pätz'sche Buchdr. (Lippert & Co.), Naumburg a/S.



Ueber den Farbenwechsel winterweisser Thiere.

Ein Beitrag zur Lehre vom Haarwechsel und zur Frage nach der Herkunft des Hautpigments

von

G. Schwalbe.

Hierzu Tafel XVII—XIX.

Einleitung: Gegenwärtiger Standpunkt der Lehre von der Entstehung des Hautpigments. — Winterweisse Thiere im allgemeinen. — Findet der Farbenwechsel winterweisser Thiere am alten Haar statt oder ist er begleitet von einem Haarwechsel? — Untersuchungsmaterial. — Bau der Haare von Putorius erminea. — Isolirung der Haarwurzeln durch Maceration. — Zustand der Haare und Haarwurzeln beim Hermelin in den verschiedenen Jahreszeiten: 1. Rückenhaut; 2. schwarze Schwanzspitze; 3. Spürhaare; 4. melanotische Haare. — Haarwechsel: 1. Rücken, Kopf und Bauch; 2. schwarze Schwanzspitze; 3. Spürhaare; 4. Allgemeines. — Farbenwechsel. — Verschiedenheiten von Winter- und Sommerkleid; Einfluss des Klima. — Wachsthum der Haare. — Gruppenbildung der Haare. — Pigmentbildung in der Haut. — Kritische Besprechung der Frage nach der Herkunft des Epithelpigments.

Einleitung.

Die Frage nach der Herkunft des Hautpigments ist im letzten Jahrzehnt ein Gegenstand eifriger Discussion geworden. Zwei extreme Anschauungen bekämpfen sich auf diesem Gebiet. Während man früher als selbstverständlich annahm, dass das körnige Pigment der Epidermis in den Epithelzellen selbst gebildet werde, ist bekanntlich seit RIEHL's (83) und EHRMANN's (17, 18) Untersuchungen einerseits, seit AEBY's (2) kurzer Mittheilung andererseits eine ganz andere Meinung in den Vordergrund getreten, dass nämlich das körnige Pigment der Epidermis als ein Derivat des Blutfarbstoffs zunächst in Bindegewebs-

zellen der Nachbarschaft der Blutgefässe gebildet und sodann, sei es durch eine Kette fixer Bindegewebszellen (EHRMANN 18), sei es durch Wanderzellen (die Mehrzahl der Anhänger dieser Einschleppungstheorie) in die Epidermis eingeschleppt werde, innerhalb welcher nunmehr die Epithelzellen sich mit dem durch die Wanderzellen eingeschleppten Pigment mechanisch belasten sollen. Man hat wohl diese beiden extremen Anschauungen durch die Stichworte: „autogener“ und hämatogener“ Ursprung des körnigen Pigments schärfer zu charakterisiren gesucht. Ich bin der Meinung, dass diese Ausdrücke nicht glücklich gewählt sind; denn in letzter Instanz ist ja selbstverständlich auch das in den Epithelzellen „autogen“ gebildete körnige Pigment hämatogenen Ursprungs, d. h. es muss irgendwo aus dem Blute stammen, nur ist es nicht nöthig gerade das Hämoglobin dafür verantwortlich zu machen; bei Annahme eines autogenen Ursprungs körnigen Pigments im Epithel muss vielmehr von dem aus den Blutgefässen durch die Saftbahnen zu den Intercellularlücken des Epithels führenden ernährenden Saftstrom ausgegegen werden, der recht wohl eine flüssige farblose Substanz enthalten kann, aus welcher in den Epithelzellen farbige Körnchen ausgeschieden werden. Insofern müsste man also die Pigmentbildung im Epithel, weil sie in letzter Instanz auf das Blut zurückweist, ebenfalls hämatogen nennen. Das was aber gegenwärtig als hämatogener Ursprung des körnigen Pigments bezeichnet wird, bezieht sich doch nur auf das Hämoglobin als hypothetische Muttersubstanz; man würde besser von einem hämoglobinogenen Ursprung reden und deshalb ist es vorzuziehen, die Ausdrücke „autogen“ und „hämatogen“ ganz zu vermeiden.

Es würde ferner unstatthaft sein, etwa den Ausdruck „autogen“ für eine Pigmentbildung im Epithel reserviren zu wollen. Denn es ergeben sich für die Frage nach der Abstammung des körnigen Pigments in den Bindegewebszellen dieselben Möglichkeiten. Für die pigmentirten Wanderzellen, die Melanocyten, wird man im allgemeinen wohl geneigt sein, einen ausschliesslich hämoglobinogenen Ursprung des in ihnen befindlichen körnigen Pigmentes anzunehmen, obwohl die Möglichkeit einer „autogenen“ Entstehung auch hier nicht in Abrede gestellt werden kann. Was nun aber für diese Wanderzellen gilt, braucht nicht nothwendig für die fixen Bindegewebszellen maassgebend zu sein. Meiner Meinung nach ist hier eine von Wanderzellen-Pigmentirung unabhängige Pigmentbildung in der Chorioides des Auges durch RIECKE (82) kürzlich bewiesen, der die Pigmentbildung in den fixen Bindegewebszellen der menschlichen Chorioides untersuchte und hier eine anfangs feinkörnige, später gröber granulirte Pigmentirung unabhängig von pigmentirten Wanderzellen erfolgen sah. Es giebt also auch eine autogene Pigmentbildung in Bindegewebszellen. Dies ist ein zweiter Grund, weshalb ich es in der Folge ver-

meide, eine selbständig ohne Mitwirkung von Bindegewebszellen erfolgende Pigmentirung des Epithels als eine autogene zu bezeichnen. Ich möchte vielmehr vorschlagen, die beiden sich bekämpfenden Anschauungen über den Vorgang der Pigmentbildung im Epithel der Art zu charakterisiren, dass man den Ausdruck „autogene (autochthone) Pigmentbildung" ersetzt durch: „Pigmentb i l d u n g im Epithel", den Ausdruck „hämatogene Pigmentbildung" durch „Pigmentü b e r t r a g u n g auf das Epithel". Beide Möglichkeiten liegen aber sicher auch für die Pigmentirung der fixen Bindegewebszellen vor.

Ich will hier beiläufig noch einer dritten thatsächlich erwiesenen Art der Pigmentbildung gedenken. Bei der Furchung und Keimblätterbildung p i g m e n t i r t e r Eier, wie wir sie besonders bei Anuren (Rana fusca, Bombinator etc.) treffen, wird das bereits im Ei v o r h a n d e n e Pigment auf viele Furchungszellen und die Zellen der Keimblätter und deren Derivate z. B. auf das Medullarrohr, auf die Epidermis vertheilt. Hier findet sich schon in frühester Zeit Epithelpigment in den Zellen der Epidermis, das also weder „autogen" noch „hämatogen" entstanden ist, sondern dem Ei entstammt. Ich möchte diese Form als eine o o g e n e bezeichnen. Für unser Gebiet, Mensch und Säugethier, kommt selbstverständlich diese Möglichkeit nicht in Betracht. Für die Entstehung von Pigment durch Eigenthätigkeit der Epithelzellen kann dieses Beispiel aber nicht verwerthet werden. Ich möchte dies JARISCH gegenüber hervorheben, der in einer seiner Arbeiten (37. S. 568 ff.) sagt, dass die Pigmentation des Integuments der Froschlarven von aussen nach innen erfolgt „in der Weise, dass zuerst die o b e r f l ä c h l i c h e n Zellen Pigment aufweisen, während sich die tieferen erst später mit solchen beladen". Er schliesst daraus auf eine Pigmentbildung im Epithel und lässt das Pigment aus den Dotterplättchen hervorgehen. Es lässt sich leicht zeigen, dass dies Pigment von vornherein im ungefurchten Ei vorhanden war, durch die Furchung auf die einzelnen Zellen übertragen wurde. Da die oberflächlichen Theile des Keimpols des ungefurchten Eies aber stärker pigmentirt sind als die tieferen, so folgt daraus, dass auch die oberflächlichen Schichten des Embryo stärkere Pigmentirung zeigen, so z. B. das äussere Keimblatt eine stärkere Pigmentirung in der äusseren seiner beiden Zellschichten, ebenso wie das Medullarrohr in der den Hohlraum auskleidenden Zellschicht, welche ja der Hautoberfläche entspricht, stärker pigmentirt erscheint. Für die Annahme von JARISCH aber, dass die Pigmentkörnchen aus den Dotterplättchen entstehen, habe ich keinen Anhalt gefunden, da von vornherein im Ei Pigmentkörnchen neben den Dotterplättchen vorhanden sind.[1])

[1]) Die erste Hälfte dieser Arbeit war bereits in vorliegender Fassung geschrieben, als ich durch die Güte des Herrn EHRMANN dessen letzte Arbeiten (19) erhielt, in welchen derselbe gegen JARISCH ebenfalls betont, dass das reife Froschei

Wenn ich somit auch nicht mit JARISCH die Befunde an der Epidermis jüngster Embryonen von Fröschen als einen Beweis für eine selbstständige Bildung von Pigment im Epithel gelten lassen kann, so verkenne ich keineswegs, dass derselbe Forscher in der citirten wie namentlich in einer späteren Arbeit (36) Thatsachen epithelialer Pigmentirung mitgetheilt hat, welche eine Pigmentübertragung, eine Einschleppung aus dem Bindegewebe mindestens sehr fraglich erscheinen lassen. Er fand an Schnurr- und Körperhaaren der Katze, Cilien, Schnurr- und Körperhaaren der Waldmaus und Schnurrhaaren der Hausmaus die Haarpapille ausnahmslos pigmentfrei, beim Menschen Pigment in der Papille nur ausnahmsweise, während im Gegensatz dazu RIEHL (83), EHRMANN (17, 18) und KÖLLIKER (42) pigmentirte Zellen in der Haarpapille beschreiben und abbilden; allerdings setzt KÖLLIKER hinzu: „doch sind dieselben hier meist viel weniger gut entwickelt als im Haare selbst.“ JARISCH's Angaben über das Fehlen des Pigments in der Papille pigmentirter Haare finden eine Stütze in GARCIA's (27) Beobachtungen, denen zu Folge die erste Pigmentirung der Embyonalhaare des Menschen stets rein epithelial in den Zellen der Haarmatrix erfolgt, während weder in der Haarpapille, noch in der äusseren Wurzelscheide pigmentirte Zellen aufgefunden werden konnten. In gleicher Weise constatirte RETTERER (80) eine selbstständige Pigmentbildung in den Epidermiszellen und Zellen der Haarmatrix bei Embryonen von Esel und Pferd; die jüngsten untersuchten Stadien zeigten nur in den epithelialen Zellen Pigment, nicht in den Zwischenräumen und nicht in der Cutis. Erst bei älteren Stadien finden sich auch Pigmentzellen in der Cutis. Ich möchte die Aufmerksamkeit ganz besonders auf diese schon 1887 publicirten Angaben RETTERER's hinlenken, weil dieselben trotz eines Referates in meinen Jahresberichten in Deutschland nicht beachtet zu sein scheinen.

Hier sind auch die mir leider nur im Referat vorliegenden Angaben PLUSCHKOFFS (74) vom Jahre 1890 zu erwähnen, denen zu Folge in der Haut und in den Haaren von Säugethieren die Pigmentirung zuerst in den Epithelzellen auftritt (Verf. nennt nicht ganz glücklich diese pigmentirten Epithelzellen „Melanocyten“, welche Bezeichnung nur verwirrend wirken kann). „Bei stärkerer Zufuhr von Stoffen zur Pigmentproduction, oder, was dasselbe bedeutet, bei regerer Bildung von körnigem Pigment durch Melanocyten, sehen wir, sobald die Epithelzellen mit demselben ad maximum beladen worden sind, die Pigmentirung auch im subepithelialen Gewebe auftreten und die Zellen des letzteren sich an der Erzeugung dieses Farbstoffes betheiligen. Alle bislang herrschen-

schon pigmentirt ist und dass sich das Pigment auf die Furchungskugeln vertheilt, später sich in der zuerst differenzirten Anlage der Epidermis ansammelt. — WINKLER's Arbeit (111) über die Pigmentbildung im Ei von Bufo erhielt ich erst nach Abschluss meiner Arbeit und konnte sie deshalb nicht mehr berücksichtigen.

den Theorien, welche die Pigmentirung des Hautepithels mittelst Wanderung besonderer Zellen erklären, die das Pigment aus der Cutis ins Epithel überführen sollen, haben nach unseren Beobachtungen keine feste Grundlage.“ Zu erwähnen ist noch, dass PLUSCHKOFF trotzdem die Existenz pigmentirter sternförmiger Zellen in der Epidermis auch bei Säugethieren anerkennt.

Es ist hier nicht meine Absicht, über die ausserordentlich reiche Literatur der Pigmentfrage eingehend und vollständig zu referiren. Derartige Zusammenstellungen sind ja in den letzten Jahren mehrfach gegeben, unter anderen noch in einer kürzlich erschienenen Arbeit von HALPERN (32). Ich beabsichtige am Schluss dieser Arbeit auf einige jener Mittheilungen specieller einzugehen, so namentlich auf die wichtige Arbeit von KARG (40) und auf UNNA's (102, 103) Anschauungen. Hier möchte ich nur hervorheben, dass, wenn auch im allgemeinen noch die Annahme einer Pigmentübertragung auf die Epidermis die meisten Anhänger zählt, als ausschliesslicher Modus der Pigmententstehung in der epithelialen Epidermis proklamirt wird, dennoch in neuester Zeit die Stimmen sich mehren, welche daneben eine selbstständige Entstehung von Epithelpigment als durch die Beobachtung erwiesen erklären. In diesem Sinne äussern sich KAPOSI (39) und CASPARY (14), während von den Dermatologen JARISCH (36, 37, 38) in den oben citirten Arbeiten am weitesten geht, am entschiedensten für eine locale Entstehung des Pigments in der Epidermis eintritt, die verästelten Pigmentzellen derselben nicht für eingewanderte Bindegewebszellen erklärt, sondern aus einer Veränderung der Epithelzellen selbst ableitet. Letztere sollen sich vergrössern und in ihrem Innern Vacuolen bilden; „durch Vergrösserung der Vacuolen und deren Eröffnung nach aussen einerseits, durch das Hineinwachsen der Retezellen in die entstandenen Gewebslücken andererseits kommen die Bilder der verzweigten Pigmentzellen zu Stande.“ (36. S. 39.)

Besonders hervorgehoben zu werden verdient, dass auch KÖLLIKER (42), der im allgemeinen ein Anhänger der Lehre von einer Pigmentübertragung auf das Epithel ist, ausdrücklich bemerkt (36. S. 716 u. 717), „dass auch Elemente des Ektoderms Pigmente zu bilden vermögen.“ Als solche nennt er die Zellen des Pigmentepithels der Retina und die pigmentirten Nervenzellen; für die ersteren dürfte eine locale Entstehung des Pigments in den genannten Zellen selbst wohl von Niemandem in Abrede gestellt werden können.

Ich war nun in der glücklichen Lage, ein für eine sichere Entscheidung auf diesem Gebiet äusserst günstiges Material zu erhalten. Es ist dies die Haut des Hermelins oder des grossen Wiesels (Putorius erminea). Ich erhielt diese Thiere durch die Güte des Herrn Fabrikanten Neddermann hierselbst aus den verschiedensten Jahreszeiten im

frischesten Zustande. Ich benutze gern die Gelegenheit, auch an dieser Stelle Herrn Neddermann meinen besten Dank auszusprechen für die gütige Ueberlassung dieses werthvollen Materials.

Bekanntlich ist das Hermelin in den Sommermonaten an der ganzen Oberseite des Körpers und an der Schwanzwurzel braun gefärbt, an der Unterseite weissgelb, während die Nasenspitze und das Endstück des Schwanzes schwarz erscheinen. Im Spätherbst tritt der bekannte auffallende Farbenwechsel ein: das Thier wird ganz schneeweiss, nur die Nasenspitze und die Schwanzspitze bleiben stets schwarz, ebenso die Lidränder und ein kleiner schwarzer Strich über dem medialen Augenwinkel. Das Thier macht also, abgesehn von diesen Theilen, einen zweimaligen Farbenwechsel innerhalb eines Jahres durch. Es schien mir lohnend zu untersuchen, welche Befunde die mikroskopische Untersuchung beim Farbenwechsel des Herbstes und des Frühjahrs ergeben würde. War doch schon die interessante Frage zu entscheiden, ob das Winterkleid durch Abbleichen bleibender Haare oder in Folge eines Austausches der alten pigmentirten gegen neue farblose zu Stande komme; noch viel mehr aber musste es interessiren fest zu stellen, in welcher Weise das neue Pigment des Frühlings gebildet wird. Hier musste bei dem völligen Pigmentmangel des Winterkleides (abgesehen vom Schwanz) die Art der Bildung des neuen Sommerpigments leicht fest zu stellen sein.

Viel discutirt ist bereits in älteren zoologischen Schriften über die Frage, ob der Farbenwechsel winterweisser Thiere am alten Kleid sich abspiele oder in Folge eines Haarwechsels eintrete. Da diese Frage ein allgemeines Interesse für die Farbenlehre der Thiere besitzt, so stelle ich hier zusammen, was ich bisher in der Literatur darüber aufzufinden vermochte. Es ist zu diesem Zweck aber zunächst nöthig, einen orientirenden Ueberblick über die winterweissen Thiere überhaupt zu geben.

Winterweisse Thiere im allgemeinen.

v. Middendorff (60. S. 809 ff.), bei welchem ich die eingehendste Besprechung der nordischen Thiere und ihrer Farbenänderungen gefunden habe, nennt als Thiere, welche im äussersten Hochnorden überwinternd ein weisses Winterkleid anlegen, den Eisbär, Eisfuchs (Canis lagopus), den Polarhasen (Lepus variabilis), das Hermelin, den Halsband-Lemming (Myodes torquatus), ferner das Schneehuhn, die Schneeeule und den Schneeammer. Im äussersten Hochnorden zeigen nach Middendorff sogar das Rennthier und der Wolf ein weisses Winterkleid.

Auch WALLACE (105. S. 298 ff.) beschäftigt sich mit der weissen Farbe arktischer Thiere, die er als Schutzfarbe deutet. Er theilt diese Thiere in zwei Kategorien: 1. stets weiss sind Eisbär, amerikanischer Polarhase, Schneeeule und grönländischer Falke; sie leben in stets mit Schnee bedeckten Gegenden; 2. nur im Winter weiss sind Eisfuchs, Schneehase, Hermelin, Schneehuhn; diese Thiere leben in Gegenden, die nur im Winter mit Schnee bedeckt sind. Es bedürfen indessen diese beiden Verzeichnisse winterweisser Thiere einiger Erläuterungen bezw. Ergänzungen. Erstens darf man nicht glauben, dass die Winterweisse dieser Thiere eine absolute ist. Sogar der Eisbär ist nicht überall weiss, sondern zeigt einen dunklen Ring um die Augen, schwarze Färbung am nackten Nasenende, an den Lippen und den Krallen. Die Schneeeule (Nyctea nivea) ist braun gefleckt; nur sehr alte Thiere sind zuweilen fast reinweiss (12. S. 69); der grönländische Falke (Hierofalco arcticus) ist ebenfalls mit dunklen Flecken versehen; alte Thiere sind auch hier viel weisser. — Dass unter den Thieren der zweiten Kategorie von WALLACE das Hermelin auch im Winter seine dunkle Nasen- und Schwanzspitze bewahrt, ist oben schon erörtert. Desgleichen bewahrt der Schneehase unserer Alpen (Lepus variabilis) seine schwarzen Ohrspitzen. Auch das Schneehuhn (Lagopus albus) zeigt im Winterkleide schwarze Färbung an den Schwanzfedern und einen braunschwarzen Streifen auf der Aussenfahne der sechs grossen Schwungfedern.

In Betreff der Zugehörigkeit des amerikanischen Polarhasen zu WALLACE's erster Kategorie scheinen mir indessen noch Bedenken vorzuliegen. Genaue Angaben über den Farbenwechsel bei den nordamerikanischen Hasenarten liefert BACHMANN in einer sorgfältigen Arbeit (5), auf welche ich häufig werde zurückkommen müssen. Am reinsten winterweiss wird Lepus glacialis, aber BACHMANN giebt ausdrücklich an, dass er ein graubraunes Sommerkleid besitze. Er muss also aus der ersten WALLACE'schen Abtheilung in die zweite versetzt werden, welche überdies nach MIDDENDORFF (60. S. 87) noch durch den Halsbandlemming (Myodes torquatus) zu bereichern ist.

Die Liste lautet nun:

1) jahresweisse Thiere
   Ursus maritimus, Eisbär,
   Nyctea nivea, Schneeeule,
   Hierofalco arcticus, nordischer Edelfalke,

2) winterweisse Thiere[1]):
   Canis lagopus, Eisfuchs,

[1]) Weshalb MIDDENDORFF den Schneeammer mit zu den winterweissen Thieren rechnet (l. c. S 812) ist mir nicht klar geworden, da der Schneeammer selbst im Winterkleide stark pigmentirt ist. Dass das Winterkleid aber heller wie das des

Putorius erminea, Hermelin,
Lepus glacialis, amerik. Polarhase,
Lepus variabilis, Alpenhase,
Myodes torquatus, Halsbandlemming,
Lagopus albus, Schneehuhn.

Wie aus obiger Zusammenstellung hervorgeht, sind keineswegs alle diese Thiere reinweiss. Unter den jahresweissen sind Schneeeule und Falke mit einer bemerkenswerthen Fleckenzeichnung versehen, andere haben ein schwarzes Schwanzende oder schwarze Ohrspitzen auch im Winter, alle genannten Säugethiere eine pigmentirte Nasenspitze, selbst der immerweisse Eisbär. Es scheint sich bemerkenswerther Weise die Pigmentbildung, welche sich erhält, die terminalen Stellen des Körpers, Nasenspitze, Ohrspitze, Schwanzspitze vorzubehalten. Aber auch bei äusserlich weissem Winterkleid kann in der Tiefe eine Färbung vorhanden sein. So sind bei Lepus virginianus und americanus nach Bachmann die freien Haarspitzen weiss, das Unterhaar aber gefärbt. Ferner findet Middendorff bei Myodes torquatus, der im Winter einfarbig weiss wird, dass die im Pelz versteckten Wurzelhälften der 20 mm langen Haare mausgrau, die Enden weiss sind. So kommen also bei den winterweissen Thieren alle Uebergänge zur Pigmentirung vor. Vollkommen pigmentlos ist keines, stets haben sie ausser dem Pigmet der Nasenspitze ein wohl entwickeltes retinales und charioidales Pigment, sind also mit den vollkommen pigmentlosen albinotischen Formen nicht zu verwechseln.

Ein anderes Moment kann aber, wie oben schon angedeutet wurde, in die Winterweisse mit hineinspielen, nämlich das Weisswerden im Alter, wie es oben in Betreff der Schneeeule und des nordischen Edelfalken bereits erwähnt wurde. Dieser „Geraiochroismus“, wie es Frauenfeld (26) nennt, ist auch bei nicht nordischen Vögeln mehrfach beobachtet, z. B. bei der Amsel, bei Sylvia rubecula und luscinia, bei denen weisse Flecke im höheren Alter auftreten. Auch der von Middendorff zu den winterweissen Thieren gerechnete Schneeammer wird mit fortschreitendem Alter weisser.

Aus der bisherigen Zusammenstellung ist so viel klar, dass innerhalb der Gruppe der jahres- und winterweissen Thiere noch ausserordentliche Mannigfaltigkeit in der Färbung herrscht. Eine zweite wichtige Beobachtung besagt, dass einige der als winterweiss bezeichneten Thiere unter Umständen ein weisses Winterkleid nicht anlegen. Am bekanntesten ist in dieser Beziehung die als Blaufuchs bekannte

Sommers erscheint, theilt er mit vielen andern Thieren auch der gemässigten Zone, wie ich unten hervorheben werde. Ich würde es vorziehen, auch die Schneeeule und den nordischen Edelfalken aus der Liste zu streichen.

pigmentirte überwinternde Varietät des sonst winterweissen Eisfuchses. Ich finde ferner bei MIDDENDORFF (60. S. 813) folgende Angabe über das Hermelin: „das im schneelosen Süden Europas auch im Winter seine bräunliche Sommerfärbung beibehält, zugleich aber in der Gegend der Wolgamündung auch schon im Februar seinen Winterpelz ablegt.“ Hiernach würde es also nicht winterweisse Hermeline geben, so dass bei ein und derselben Species sowohl Farbenwechsel als Farbenbeständigkeit vorkommt. Aehnliches gilt nach BREHM (11. S. 471) auch für den Alpen- oder Schneehasen Europas (Lepus variabilis). BREHM sagt: „Die in Irland lebenden werden nie weiss und deshalb von einigen Gelehrten als besondere Art (Lepus hibernicus) angesehen, Umgekehrt entfärben sich die im höchsten Norden wohnenden Schneehasen im Sommer nicht, sondern bleiben das ganze Jahr hindurch weiss und werden deshalb ebenfalls als eigene Art (Lepus glacialis)[1]) betrachtet. Die scandinavischen Hasen, welche sämmtlich Schneehasen sind, unterscheiden sich ebenfalls: die einen werden weiss bis auf die schwarze Ohrenspitze, die anderen verändern sich nicht.“

In dieselbe Kategorie von Thatsachen gehört die Mittheilung MIDDENDORF's, dass im hohen Norden auch Wolf und Rennthier weiss werden können (60, S. 812).

Aus der bisherigen Zusammenstellung ist nun ferner jedenfalls schon soviel zu ersehen, dass die Winterweisse nicht schroff und unvermittelt dasteht, dass klimatische Verhältnisse einen wichtigen Einfluss ausüben können. Dass diese letzteren aber nicht allein im Stande sind, alle bisher angeführten Erscheinungen zu erklären, geht aus dem Beispiel des Blaufuchses hervor, der denselben klimatischen Einflüssen unterworfen ist, wie die gewöhnliche winterweisse Form des Polarfuchses. Allerdings sagt BREHM (10, S. 679): „Laut Newton soll es auf Island ausschliesslich Blaufüchse geben, vielleicht infolge des verhältnissmässig milden Klimas der Insel; auf Spitzbergen dagegen kommen, so viel man bis jetzt erkundet, nur Weissfüchse vor.“ Dies scheint nach den Beobachtungen von KÜKENTHAL und WALTER (citirt in BREHM, Thierleben. 3. Auflage. Säugethiere II. 1890, S. 192) nicht richtig, da sie, obwohl der Farbenwechsel zum Sommerkleid der Spitzbergenschen Weissfüchse erst im Juni oder Juli erfolgt, schon im Mai einen einfarbig blaugrauen trafen, der wohl kaum anders als überwinternder Blaufuchs angesehen werden konnte. MIDDENDORFF's Angaben (60. S. 943) beweisen ferner das gleichzeitige Vorkommen beider Formen im hohen Norden und widersprechen geradezu direct BREHM's Aeusserungen. So sagt MIDDENDORFF: „Jedenfalls scheint Spitzbergen an Blaufüchsen am reichsten zu sein.“ Von der geographischen Breite

[1]) Der amerikanische Polarhase, Lepus glacialis, besitzt dagegen nach BACHMANN ein graubraunes Sommerkleid.

ist das Vorkommmen des Blaufuchses vollständig unabhängig, da MIDDENDORFF noch unter 75° n. Br. einen Blaufuchs im Taimyrlande sah und diese Thiere auch auf den neusibirischen Inseln vorkommen. Derselbe Autor sagt dann ausdrücklich: „Es wäre falsch, wollte man annehmen, dass der Eisfuchs in der Nähe seiner Aequatorialgrenze häufiger dunkelfarbig werde. Eher möchte es richtig sein, wenn man das Entgegengesetzte behauptete und zwar weil die Küstennähe das Blauwerden begünstigt. Der Blaufuchs gehört also vorzugsweise dem ausgesprochenen Küsten-Klima an.“ Man könnte nach Allem daran denken, beide Formen für specifisch verschieden zu halten, wenn nicht dem die Angabe entgegen stünde, „dass man im Neste unter den Jungen derselben Mutter sowohl Blaufüchse als Weissfüchse finde.“

Jedenfalls ist daran nicht zu denken, dass die Blaufüchse mehr in wärmeren Breiten, die Weissfüchse dagegen im höchsten Norden vorkämen. Auch in der Gefangenschaft unter anderen Verhältnissen ändert sich nichts an der Eigenart dieser winterweissen Thiere. BREHM hebt hervor, „dass ein in St. Petersburg gefangen gehaltener und in einem warmen Zimmer eingesperrter Eisfuchs seinen weissen Winterpelz genau zu derselben Zeit wie in der Freiheit erhielt.“[1])

Trotz dieses schwierigen Falles, welchen Canis lagopus darbietet, ist als allgemeines Resultat der oben gegebenen Zusammenstellung der Satz aufzustellen, dass die Winterweisse im allgemeinen eine Funktion des arktischen Klima ist, dass sie graduelle Abstufungen besitzt. Wichtig scheint mir für eine richtige Beurtheilung dieser Erscheinungsreihe, dass viele der in nördlichen Breiten lebenden Thiere ein Winterkleid anlegen, welches viel heller ist, als das Sommerkleid, also gewissermassen einen Versuch zur Anlegung eines winterweissen Kleides bedeutet, sich durch Pigmentarmuth vor dem pigmentreicheren Sommerkleid auszeichnet. Eine Durchmusterung der Werke von MIDDENDORFF (60), SCHRENK (88) und RADDE (76) liefert dafür reiches Beweismaterial. Ich will nur beispielsweise erwähnen: Myodes obensis, Canis procyo-

[1]) In dem kürzlich erschienenen Büchelchen von TROUESSART (100), Die geographische Verbreitung der Thiere, übersetzt von W. MARSHALL, Leipzig 1892, findet sich S. 38 eine auf den Polarfuchs sich beziehende Anmerkung, worin Verf. behauptet: „Die verschiedene Färbung beruht auf Alter oder Geschlecht, aber nicht, wie man lange glaubte, auf der Jahreszeit. Die Jungen und die Weibchen sind braun oder blaugrau und nur die alten Männchen werden ganz weiss.“ Verf. beruft sich dabei auf M. SCHMIDT (86). Ich vermag aber eine so bestimmte Ansicht, dass die weisse Farbe nur Geschlechtscharakter sei, nicht auf der Jahreszeit beruhe, aus SCHMIDT's kurzem Bericht über ein Pärchen Polarfüchse des zoologischen Gartens in Frankfurt nicht herauszulesen. SCHMIDT lässt ausdrücklich die Frage offen, ob die weisse Farbe jenes Männchens „zu allen Jahreszeiten dieselbe bleibt oder, ob sie, wie es bei den Polarfüchsen auch vorzukommen pflegt, nur dem Winterkleide eigenthümlich ist.“

noides, Spermophilus jakutensis. Auch unser gewöhnlichesEichhörnchen ändert den Farbenton zum Winter in Grau. Bei einem im December gefangenen gewöhnlichen kleinen Wiesel (Putorius vulgaris) fand ich ebenfalls ein helleres grau durchsetztes Winterkleid; Aehnliches gilt nach BACHMANN für Lepus americanus.

Es lassen sich also vielfach Uebergänge constatiren von Thieren, welche Sommer und Winter die gleiche Farbe besitzen, zu Thieren, welche im Winter die Farbe ändern und dabei heller werden und wiederum von diesen zu Thieren, die ein mehr oder weniger vollständiges weisses Winterkleid anlegen. Das Winterkleid zeichnet sich in allen diesen Fällen aus durch geringere Pigmentirung und diese geringere Pigmententwicklung scheint mit den klimatischen Verhältnissen, speciell mit dem Lichtmangel des nordischen Winters, eng zusammen zu hängen. Eine Ausnahme machen selbstverständlich, worauf MIDDENDORFF schon hinwies, die winterschlafenden Thiere des Nordens. Nur einige wenige andere Thiere, wie Wolf und Fuchs nehmen nach MIDDENDORFF im hohen Norden während des Winters eine dunklere Farbe an; besonders auffallend erscheint in dieser Beziehung das Zobel, bei dem die Schwärze und der Glanz des Pelzes mit der Winterkälte des Fundorts wachsen soll. Wie diese Ausnahmen zu deuten, ob, wie MIDDENDORFF für die schwarze Varietät des Eichhörnchens vermuthet, Nahrungsverhältnisse hier eine Rolle spielen, ist schwer zu sagen.

Am Schluss dieses Abschnittes möchte ich noch auf eine eigenthümliche Modifikation der Weissfärbung hinweisen, nämlich auf das Umschlagen in ein eigenthümliches helles Gelb, wie es die Bauchseite des Sommerhermelins auszeichnet. Körniges Pigment vermochte ich an dieser Stelle weder in der Haut noch in den Haaren zu finden. Die mikroskopische Untersuchung der letztern ergab, dafs die Spitzen der grossen Grannenhaare leicht diffus gelb gefärbt waren. Doch sind meine Untersuchungen über diesen Punkt noch nicht zum Abschluss gekommen. Bemerkenswerth ist, dass auch bei dem permanent weissen Eisbär nach BREHM[1]) das „Schneekleid, welches bei den jungen Thieren von reinem Silberweiss ist, bei älteren aber — wie man annimmt, in Folge der thranigen Nahrung — einen gelblichen Anflug bekommt.“ Auch die gelbliche Farbe des albinotischen Fret dürfte hierher gehören.

---

[1]) Illustrirtes Thierleben. 1. Auflage von 1864. 1. Band S. 615. In den folgenden Auflagen ist dieser Passus weggelassen.

Findet der Farbenwechsel winterweisser Thiere am alten Haar statt oder ist er begleitet von einem Haarwechsel?

In Beantwortung dieser Frage herrscht keineswegs Uebereinstimmung bei den verschiedenen Autoren, weder für das Hermelin, noch für die anderen darauf untersuchten winterweissen Thiere. Was zunächst das Hermelin betrifft,[1]) so stimmen darin wenigstens die meisten Beobachter überein, dass der Farbenwechsel im Frühling an einen Haarwechsel geknüpft ist, während für den Farbenwechsel im Herbst die Meinungen weiter auseinander gehen. Alle Angaben aber, die ich in dieser Beziehung aufzufinden vermochte, beziehen sich auf Beobachtungen am lebenden Thier. Eine mikroskopische Untersuchung der Haut des Hermelins in den verschiedensten Jahreszeiten wurde, soviel mir bekannt, niemals unternommen. Ueberdies berichten verschiedene Beobachter nur über eines oder einige wenige Stadien und ziehen daraus die weitgehendsten Schlüsse. Am eigenthümlichsten und extremsten ist die Ansicht von FLEMMING (23), dessen Bemerkungen über den Farbenwechsel des Hermelins in seiner Philosophy of zoology mir allerdings im Original nicht zugänglich sind, die ich aber wörtlich abgedruckt finde in einer grundlegenden Arbeit von JOHN BACHMANN (5). FLEMMING stützt sich auf die Untersuchung eines einzigen am 9. Mai (1814) geschossenen Exemplars, dessen Unterseite gelb war, dessen Oberseite aber in der gewöhnlichen braunen Sommerfarbe weisse und gelbe Flecke zeigte, in deren Bereich keine Spur eingestreuter neuer Haare zu finden war. An den braunen Stellen fand er überdies alle möglichen Zwischenstadien von gelbbraun durch gelb zu weiss. Aus diesem einzigen Fall folgert nun FLEMMING, dass der Farbenwechsel am alten Haar stattfinde und dass der Farbenwechsel vom weiss zum braun durch gelb gehe. Er setzt hinzu: „If this conclusion is not admitted, then we must suppose that this animal carts its hair at least seven times in the year. In spring it must produce primrose-yellow hair; than hair of wax yellow; and lastly of a yellowish brown. The same process must be gone through in autumn, only reversed, with the

---

[1]) Ich sehe bei diesem Literaturnachweis von den ganz allgemeinen Angaben ab. So sagt GIEBEL (28): „Die alten Haare werden abgestossen und neue, zuweilen anders gefärbte, treten hervor". MILNE EDWARDS (61. S. 35) äussert sich in folgender Weise: „Les changements de couleur dont j'ai déjà eu l'occasion de parler, sont déterminés aussi par ces renouvellements du poil." GIEBEL nimmt nur einen Herbsthaarwechsel an, MILNE EDWARDS äussert sich darüber nicht bestimmt (s. unten).

addition of a suit of white. The absurdity of this exposition apparent to be further exposed.“ Es geht aus diesen Sätzen hervor, dass FLEMMING, ohne über irgend eine Beobachtung z fügen, ohne weiteres auch einen Farbenwechsel am alten Klei für das Weisswerden im Herbst annimmt. BACHMANN wendet der oben citirten Arbeit gegen FLEMMING. Ihm stand ein le Exemplar vom 17. April und eines von Mitte October zur Ver (Charleston in Carolina). An ersterem vermochte er mit Sicl das Ausfallen der weissen Winterhaare zu constatiren. Es finde nach ein Frühlingshaarwechsel statt. FLEMMING's Beobach weisser und gelber Flecken im Frühlingskleide des Hermelins er sich nach BACHMANN daraus, dass die neuen braunen Haare weise auftreten, dass die weissen Flecken betrachtet werden als Stellen, an denen noch kein Haarwechsel stattgefunden ha teressant ist mit Rücksicht auf meine oben gegebene Zusamm lung über das Auftreten gelblicher Töne bei winterweissen T folgende Bemerkung BACHMANN's: (5. p. 231) „they must hav the old faded and soiled hairs of winter, as any one may eas certain by examining the stuffed skin of an ermine. The white soon assumes a yellowish cart.“ Im zweiten Fall von Mitte C beobachtete BACHMANN umgekehrt das Ausfallen brauner Haa zieht demnach den Schluss, dass sowohl der Frühlings- als I Farbenwechsel beim Hermelin an einen Haarwechsel gebunden

Andere Angaben über die Art und Weise, wie der Farben des Hermelins zu Stande kommt, entnehme ich BREHM's Thie BREHM citirt (11. S. 87) die Schilderungen des Schweden GRIL den Farbenwechsel des Hermelins im Frühling. Leider wi Quelle, aus der das Citat stammt, nicht angegeben. Die betr Stelle enthält einen sehr genauen Bericht über den Farben nach Beobachtungen an einem lebenden Hermelin, das am 4 zuerst einige dunkle Haare zwischen den Augen erkennen lie 11. März bereits „den ganzen Rückgrat und über die Schulte lang dunkel“ war und Anfang April nahezu vollständig das S kleid zeigte. Ich citire dann noch folgenden Passus GRILL's BREHM'schen Uebersetzung: „Erst wuchsen die dunklen Ha einmal hervor, und ehe sie mit den weissen gleich hoch waren, diese schon ausgefallen. Man kann annehmen, dass der eige Wechsel in der ersten Hälfte des März vor sich ging; na 19. März hat das braune Kleid sich nur mehr ausgebreitet u mählich das weisse verdrängt.“

Bemerkt zu werden verdient ferner noch folgende Stelle, ich speciell bei Schilderung meiner Befunde zurückkommen „(Am 10. März.) Wenn es sich krumm bückte, sah man, da Grund längs der Mitte des Rückens, unter den Schultern u

dem Scheitel dunkel war." Ueber den Farbenwechsel im Herbst äussert sich GRILL nach dem, was BREHM citirt, nicht. Dies ist aber der strittigste Punkt. Während BACHMANN denselben ebenfalls als Begleiterscheinung eines allgemeinen Haarwechsels erfolgen lässt, allerdings nur gestützt auf kurze Beobachtung eines einzigen lebenden Exemplars, bekämpft BREHM diese Meinung. Es soll im Herbst der Farbenwechsel des Hermelins so schnell erfolgen, dass man nicht an einen allgemeinen Haarwechsel denken könne. Er sagt dann: „Hieraus geht für mich mit kaum anzufechtender Gewissheit hervor, dass ebenso wie bei den oben genannten Thieren (d. h. Eisfuchs und Schneehase) auch beim Hermelin eine einfache Verfärbung oder, wenn man will, Ausbleichung des Haares stattfindet." Es soll bei allen Marderarten die Härung in derselben Weise vor sich gehen, wie bei unseren nordischen Säugethieren überhaupt, die nach BREHM (10. S. 29 u. 30) nur einen einmaligen Haarwechsel im Frühling zeigen.

Als letzten Autor, bei dem ich Angaben über den Modus des Farbenwechsels beim Hermelin gefunden habe, citire ich F. von TSCHUDI (101), der in seinem Thierleben der Alpenwelt ausdrücklich betont, dass sowohl die Frühlings- als die Herbstverfärbung auf Grund eines vollständigen Haarwechsels vor sich geht.

BREHM stützt sich in seiner Annahme eines Abbleichens des Haares im Herbst auch auf seine Beobachtungen am Eisfuchs (10. S. 678—679) und Alpenhasen (11. S. 473). Er stellt für beide einen Haarwechsel im Herbst entschieden in Abrede und lässt also auch hier das weisse Winterkleid durch allmähliches Verbleichen zu Stande kommen. Beim Eisfuchs tritt nach BREHM das Weisswerden zuerst an der Spitze der Haare auf und schreitet allmählich nach der Basis vor; beim Alpenhasen vermochte er den Gang des Abbleichens nicht festszutellen. Auf jeden Fall bekämpft er für dieses Thier TSCHUDI's Meinung, der hier sonderbarer Weise zwar einen Haarwechsel im Herbst annimmt, aber vom Farbenwechsel im Frühling aussagt: „er scheint sich an der gleichen Behaarung zu vollziehen." „Doch ist es noch nicht ganz gewiss, ob nicht auch im Frühjahr vielleicht eine theilweise Mauserung vor sich gehe".

Aus der bisherigen Zusammenstellung geht so viel hervor, dass man im allgemeinen, wenn wir von der letzten unbestimmten Aeusserung TSCHUDI's absehen, darüber einig ist, es erfolge der Farbenwechsel im Frühling auf Grundlage eines Haarwechsels. In Betreff der Entstehung des weissen Winterkleides gehen aber die Meinungen noch weit auseinander, indem nur von TSCHUDI und BACHMANN und zwar nur für das Hermelin ein gleichzeitiger Haarwechsel mit Sicherheit behauptet wird. Die übrigen Autoren nehmen sowohl für dies Thier, als für den Eisfuchs und Alpenhasen an, dass das weisse Winterkleid ohne Haarwechsel durch Abbleichen des Sommerkleides entstehe.

Aehnliches hatte Ross (84) für Myodis torquatus behauptet. Middendorff indessen constatirt hier ausdrücklich Haarwechsel. Auf breiterer allgemeiner Grundlage behandelt Bachmann in der citirten Arbeit die Frage. Er constatirte, dass bei vielen Vögeln ein auffallender Farbenwechsel vorkommt, nämlich erstlich im Laufe der Entwicklung (Verschiedenheiten des Gefieders bei jungen und alten Vögeln) und zweitens nach den Jahreszeiten, halbjährlich. Für letztere kommt Bachmann (5. p. 224) zu folgendem Resultat: „that in those cases where there is a semi-annual change of colour, there is in all, or nearly all species a semi-annual moult. That a much greater number of species change their feathers twice a year than is usually supposed.“ So stellt sich also auch für die Vögel nach Bachmann der Farbenwechsel dieser Thiere überwiegend an einen Federwechsel gebunden heraus. Dass auch ein und dieselbe Feder in etwas ihre Farbe ändern könne, bestreitet Bachmann nicht, betont aber, dass dies nur junge eben hervorgesprosste Federn thun und zwar vorzugsweise im Herbst. Auch in dieser Jahreszeit geht dem Farbenwechsel jedesmal ein Federwechsel voraus.

Aus dieser eben gegebenen literarischen Uebersicht ergeben sich, abgesehen von der speciell uns in diesem Aufsatz interessirenden Frage des Farbenwechsels winterweisser Thiere noch zwei weitere Fragen als näherer Untersuchung bedürftig, nämlich 1) kann an ein und derselben Feder, an ein und demselben Haare nach dem Hervorsprossen, also nachträglich, noch eine Farbenänderung auftreten und welche feineren histologischen Verhältnisse kommen dabei in Betracht? 2) Wie gestaltet sich zeitlich der Haar- bezw. Federwechsel? Kommt überwiegend nur Wechsel im Frühling oder im Frühling und Herbst vor oder findet der Wechsel überhaupt nur in unregelmässiger Weise statt?

Von diesen beiden Fragen liegt die erstere meinem Thema fern, ist besonders auf ornithologischem Gebiet einer Beantwortung zugänglich. Ich werde diese Frage demnach im weiteren Verlauf meiner Darstellung nur streifen. Dagegen kann ich in dieser Arbeit die Frage des Haarwechsels der Säugethiere nicht umgehen und werde ihr unten eine besondere Uebersicht widmen. Zunächst wird es aber nöthig werden, zu untersuchen, in wie weit das mir zu Gebote stehende Material mir eine Entscheidung gewährt hat in Betreff der in der Kapitelüberschrift hervorgehobenen Frage.

Untersuchungs-Material.

Von winterweissen Thieren stand mir nur unser einheimisches Hermelin (Putorius erminea) zur Disposition, aber in einer Anzahl von Exemplaren, die zu den verschiedensten Jahreszeiten gefangen waren, deren Untersuchung somit einen nahezu vollständigen Ueberblick über den Zustand der Haut in den verschiedenen Zeiten des Jahres gewährte. Ausser den 4 in meiner vorläufigen Mittheilung aufgezählten Exemplaren erhielt ich im Verlauf des letzten Jahres durch die Güte des Herrn Neddermann noch 11 weitere, sodass ich demnach über 15 Exemplare verfüge, unter denen sich 5 Sommerhermeline befinden, die ich in der Folge mit Nummern nach der Zeit ihres Einlaufes versehen will.

Sie vertheilen sich in folgender Weise:

Nr.	Datum	Jahr	Geschlecht
Nr. 1.	Sommer (Datum unbestimmt)		weiblich,
Nr. 2.	24. November	1890	männlich,
Nr. 5.	16. December	1891	männlich,
Nr. 6.	18. Januar	1892	männlich,
Nr. 7.	2. Februar	1892	weiblich,
Nr. 8.	5. Februar	1892	männlich,
Nr. 3.	7. März	1891	weiblich,
Nr. 9.	9. März	1892	männlich,
Nr. 10.	19. März	1892	männlich,
Nr. 11.	21. April	1892	männlich,
Nr. 4.	29. April	1891	männlich,
Nr. 12.	2. Juli	1892	weiblich,
Nr. 13.	5. Juli	1892	weiblich,
Nr. 14.	3. September	1892	männlich,
Nr. 15.	8. September	1892	weiblich.

Die unterstrichenen Nummern bezeichnen die in meiner ersten Mittheilung (92) berücksichtigten Exemplare.

Ich gebe nun zunächst eine kurze makroskopische Charakteristik der 11 ersten Exemplare. Die Thiere Nr. 12—15 wurden mir erst eingeliefert, als der grösste Theil dieser Arbeit bereits geschrieben war. Sie waren mir eine willkommene Ergänzung meines Materials für den Sommer, da die Zeit des Fanges des einzigen vorhandenen Sommer-Hermelins nicht bekannt war. Auf die specielle Schilderung der makroskopischen Verhältnisse dieser 4 Thiere kann ich verzichten; die wichtigsten Daten nehme ich in Tabelle S. 502 auf. Dagegen werde ich

die mikroskopischen Verhältnisse noch möglichst in den b
schriebenen Text einschalten.

Nr. 1. Sommer-Hermelin. Datum unbekannt. D
finden sich in Tabelle S. 502 zusammengestellt. Schwanz wa
deshalb Schwanzlänge nicht zu bestimmen. Bemerkenswerth i
sicht auf die Pigmentirung der Spürhaare ist, dass bei diesen
übrigen Sommer-Exemplaren 12—15 stets der Lippenrand (
kiefers bis zur Schnauzenspitze hin farblos erscheint, mit wei
weissgelben Härchen besetzt, während auf diesem Boden si
Spürhaare erheben können. Ueber Stellung und Färbu
letzteren werde ich weiter unten im Zusammenhang berichte

Nr. 2. 24. November. Uebergang vom Sommer- zum
kleid. (Fig. 1.) Körperlänge 265 mm, Schwanzlänge 145 mn
seite des Körpers, Medianfläche der Extremitäten weiss, an d
seite des Schwanzes mit gelblichem Anflug. Oberseite des
dem vor den Ohren gelegenen Gebiet noch dunkelbraun m
lichten Flecken, die die Neigung besitzen, eine Querbinde zu
Der hintere Theil des Kopfes und Nackens weiss mit ein
streuten braunen Strichelchen. Auf dem Rücken und im G
Dorsalseite der Schwanzwurzel dichtere braune Strichelung a
Grunde, wie im untern Theil der Fig. 1, am dunkelsten
Rückengebiet zwischen den beiden Vorderbeinen. Der 145
Schwanz ist in seinem grösseren Endstück (von 85 mm Länge =
intensiv schwarz gefärbt, während der Wurzeltheil dem hintere
gebiet gleicht. Unterhaar überall weiss, nur im Vorderkopfge
grau. Die braune Färbung haftet ausschliesslich in de
(äusseren) verdickten Hälfte der Grannenhaare, deren grös
am Rumpf 15 mm beträgt. Länge der Schwanzhaare 40 mn

Nr. 5. 16. December. Länge von Schnauzenspitze bis
wurzel 260 mm, Schwanzlänge 151 mm. Bereits vollständi
Winter-Exemplar. Abgesehen von der schwarzen Schwanzs
nur noch pigmentirt die Nasenspitze, die Lidränder und ei
medialen Augenwinkel sich anschliessender, nach oben verb
brauner Fleck. Der schwarze Theil der Schwanzspitze is
lang, also 59,6 % der gesammten Schwanzlänge. Der übrige
Schwanzes hat einen charakteristischen gelben Farbenton, d
Wurzel in reines Weiss übergeht. Hier allein findet man
schwache Andeutung des Sommerkleides, inden
40 mm Entfernung von der Schwanzwurzel eine schmal
brauner Härchen über die Rückseite der Schwanzwu
herüberläuft. Länge der weissen Grannenhaare am Rü
22 mm; grösste Länge der schwarzen Schwanzhaare an der S
Schwanzes 62 mm, von da nach der Schwanzwurzel zu abne

No. 6. 18. Januar. Kleines Exemplar von 225 mm S

Schwanzwurzellänge und 116 mm Schwanzlänge, zusammen 341 mm. Die Schwanzspitze ist 70 mm lang schwarz gefärbt (60,3 %). Die Ausdehnung der schwarzen Farbe an der Schnauzenspitze ist bis zu einem schmalen die Nasenlöcher oben umkreisenden Saum und einem schmalen schwarzen Streifen am oberen Mundrande reducirt. Augenlidränder braun, aber kein supramedialer Fleck. Ohren vollständig weiss, Schwanzwurzel gelblich, ohne braune Härchen. Also vollkommenes Winterkleid. Länge der schwarzen Haare an der Schwanzspitze 49 mm, Länge der längsten Rückenhaare 15 mm.

Nr. 7. 2. Februar. Länge des Thieres von der Schnauzenspitze bis zur Schwanzwurzel 230 mm, Schwanzlänge 123 mm; 71 mm des Schwanzes (57,7 %) sind schwarz. Schneeweisses Exemplar. Die braunschwarze Färbung der Schnauzenspitze hat aber wieder an Intensität und Ausdehnung zugenommen, bedeckt wieder das ganze haarfreie Nasenfeld; auch schimmert dicht oberhalb dieses Nasenfeldes zwischen den hier sehr kurzen weissen Härchen ein leicht grauer Grund durch. Oberhalb des oberen und unterhalb des unteren Augenlides sind einzelne braune Härchen wahrzunehmen. Ohren rein weiss. Länge der schwarzen Haare an der Schwanzspitze 45 mm, der längsten weissen Haare am Rücken 11 mm.

Nr. 8. 5. Februar. Länge von Schnauzenspitze bis Schwanzwurzel 250 mm, Schwanzlänge 145 mm, Totallänge 395 mm. Der Schwanz ist an der Spitze 75 mm (51,8 %) lang mit schwarzen Haaren bedeckt. Braunpigmentirtes Schnauzenfeld und Umgebung wie vorhin, Oberlippe gelblich gefärbt. Lidränder braun; supramedialer Streif sehr deutlich. Ohren gelblich, namentlich an der Spitze mit einzelnen lichtbraunen Flecken, während die Härchen der Ohren noch farblos sind. Schwanzwurzel gelblich, namentlich in der Nachbarschaft der schwarzen Haare. Nirgends ist sonst ein Beginn der Sommerfärbung zu bemerken. Länge der schwarzen Haare an der Schwanzspitze 52 mm, Länge der längsten weissen Haare am Rücken 16 mm.

Nr. 3. 7. März. Länge von der Schnauzenspitze zur Schwanzwurzel 220 mm, Länge des Schwanzes 126 mm, Totallänge also 346 mm. Der schwarze Theil des Schwanzes ist 70 mm lang (55 % der Gesammtlänge des Schwanzes). Ueberall noch vollständig weisses Winterkleid; Schwanzwurzel, sowie die Bauchseite des Thieres und auch die Extremitäten theilweise gelblich. Unter dem weissen Winterkleid scheint aber überall an Kopf, Nacken, Rücken und dorsaler Seite des Schwanzes eine graubraun gefärbte Haut durch. Auch die Ohren lassen in ihrem grössten Theil unter den kurzen weissen Härchen diese graubraune Farbe wahrnehmen. Länge der schwarzen Haare an der Schwanzspitze 43 mm; grösste Länge der weissen Rückenhaare 10 mm.

Nr. 9. 9. März. Länge von Schnauzenspitze bis Schwanzwurzel

250 mm, Schwanzlänge 153 mm, Totallänge also 303; Länge des schwarzen Theils der Schwanzspitze dorsal 105 (68,6 %), ventral 85 mm. Der gefärbte Theil des Schwanzes hat also in der Richtung von der Spitze zur Basis eine Zunahme erfahren, doch bezieht sich diese auf das Auftreten brauner Haare. Nach der Schwanzwurzel zu tritt auf der Rückseite des Schwanzes eine gelbe Farbe auf; auf gelbem Grunde erscheinen hier vereinzelte braune Grannenhaare, besonders zahlreich, eine verwaschene quere Binde bildend, in der Entfernung von 17 mm von der Schwanzwurzel. Die ganze dorsale Seite des Thieres vom Vorderkopf bis zur Schwanzwurzel lässt die bei Nr. 3 erwähnte graubraune Hautfarbe durch die bedeckenden weissen Winterhaare durchschimmern. Am Kopf, Nacken und vorderen Theil des Rückens sind sogar in der Tiefe zwischen den weissen Winterhaaren neue braune Grannenhärchen bereits frei über die Oberfläche der Haut hervorgetreten, während der caudale Abschnitt des Rückens noch Verhältnisse erkennen lässt, wie sie bei Nr. 3 beschrieben sind. Der braune, supramediale Augenfleck ist sehr stark entwickelt. Spürhaare bereits grösstentheils braun, nur noch vereinzelt weiss. Hoden in einem vorquellenden Hodensack. Die Haut des letzteren dunkelbraun-fleckig pigmentirt. Länge der schwarzen Haare an der Spitze des Schwanzes 55 mm; Länge der längsten weissen Rückenhaare 15 mm.

Nr. 10. 19. März. Länge von der Schnauzenspitze zur Schwanzwurzel 240 mm; Schwanz verstümmelt, entbehrt der Spitze, so dass nur ein kleiner Theil des schwarzen Endabschnittes erhalten ist. Schwanzwurzel rein weiss, ohne braune Härchen, aber mit dunklem Hautuntergrunde. Hinterkopf, Nacken und Rücken verhalten sich wie bei Nr. 9, lassen also die Haut graubraun unter dem weissen Haarkleid erscheinen. Man nimmt aber in der Tiefe zwischen den weissen Haaren bereits zahlreiche kurze braune Härchen wahr. Es lassen sich die längeren weissen Winterhaare leicht aus der Haut herausziehen; es ist dann die betreffende Stelle ausschliesslich mit kurzem braunen Sommerhaar bekleidet. Es gilt dies sowohl für den Rücken als den Kopf. Die Ohren, welche in Nr. 9 schon sehr weit gefärbt waren, sind hier noch nahezu ganz farblos. Dagegen ist schon die ganze Umgebung der Lidspalte braun gefärbt, besonders breit über dem oberen Lid im Anschluss an den Augenstreifen. Auch die Umgebung der Schnauze gelbbräunlich gefärbt. Hodensack stark vorquellend; unter seiner weissen Haarbedeckung zeigt sich die Haut stark pigmentirt Länge der weissen Rückenhaare 14 mm.

Nr. 11. 21. April. Länge von der Schnauzenspitze bis Schwanzwurzel 260 mm, Schwanzlänge 140 mm, also Gesammtlänge 400 mm. Die schwarzen Haare der Schwanzspitze gehen allmählich durch dunkelbraun in die braune Haarfarbe der Schwanzwurzel über. Vollstän-

diges Sommerkleid, ohne weisse Flecke oder Binden, ventrale Seite und mediale Seite der Extremitäten weiss, ohne gelblichen Anflug, dorsale Seite braun. Länge der schwarzen Haare der Schwanzspitze 46 mm, Länge der braunen Rückenhaare 11 mm.

Nr. 4. 29. April. Länge von der Schnauzenspitze bis Schwanzwurzel 250 mm, Schwanzlänge 155 mm; also Gesammtlänge 405 mm. Etwa 95 mm der Schwanzlänge zeigen auf der Rückseite schwarze Haare (61,3 %). Vollständiges Sommerkleid, Unterseite gelblich. Nur am Kopf und im Nacken finden sich, wie Fig. 2 zeigt, mehrere weissliche Querbinden. Länge der schwarzen Haare der Schwanzspitze bis 63 mm; Länge der braunen Rückenhaare 12 mm.

Uebersicht über die Messungen.

Nr.	Geschlecht	Rumpflänge	Schwanzlänge	Länge des schwarzen Theiles	In Procenten der Schwanzlänge	Länge der schwarzen Schwanzhaare	Länge der Rückenhaare	Datum	Farbe des Rückenoberhaares
1	w.	210	—	—	—	35	10	Sommer	braun
2	m.	265	145	85	58,6 %	40	15	24. Novbr.	braun u. weiss
5	m.	260	151	90	59,6 %	62	22	16. Decbr.	weiss
6	m.	225	116	70	60,3 %	49	15	18. Januar	weiss
7	w.	230	123	71	57,7 %	45	11	2. Februar	weiss
8	m.	250	145	75	51,8 %	52	16	5. Februar	weiss
3	w.	220	126	70	55 %	43	10	7. März	weiss
9	m.	250	153	dorsal 105 ventral 85	68,6 % 55,5 %	55	15	9. März	weiss
10	m.	240	—	—	—	—	14	19. März	weiss
11	m.	260	140	—	—	46	11	21. April	braun
4	m.	250	155	95	61,3 %	63	12	29. April	braun (weisse Querbinden am Kopf und Nacken)
12	w.	230	110	60	54,5 %	30	11	2. Juli	braun
13	w.	215	95	55	57,8 %	22	12	5. Juli	braun
14	m.	237	135	75	55,5 %	45	13	3. September	braun
15	w.	232	120	60	50 %	40	11	8. September	braun

Bau der Haare von Putorius erminea.

Zur richtigen Beurtheilung des Farbenwechsels ist es nothwendig, mit dem feineren Bau der Haare des Hermelin vertraut zu sein. Bekanntlich setzt sich der Pelz dieser und der verwandten Thiere aus zwei verschiedenen Arten von Haaren zusammen, von denen die einen feineren zahlreicheren den dichten Untergrund des Haarkleides (Unter-

haar) bilden, gewöhnlich als Flaumhaare (Wollhaare) bezeichnet werden, während die anderen in ihrem äusseren Theile ansehnlich verdickten das für die äussere Farbe des Haarkleides massgebende Oberhaar herstellen und gewöhnlich als Grannenhaare (Stichelhaare) beschrieben werden. Erstere erscheinen beim Sommerhermelin grauweiss, letztere braun. Eine jede dieser beiden Haarformen kann wieder in zwei verschiedenen physiologischen Zuständen vorkommen, als Papillenhaar und als Kolbenhaar. Jenes bezeichnet das wachsende, dies das ausgewachsene Haar.

Diese Zusammensetzung des Haarkleides gilt für den grössten Theil des Körpers. Besonders modificirte Formen bilden die Spürhaare (Sinushaare, Tasthaare) mit denen ich mich hier nicht eingehend beschäftige, und die schwarzen Haare des Schwanzes, die gesondert untersucht werden müssen.

Für die Beschreibung der Flaum- und Grannenhaare wähle ich das Rückenhaar des Sommerhermelins zum Ausgangspunkt und zwar den Zustand des Kolbenhaars.

1. Flaumhaare des Rückens vom Sommerhermelin im Kolbenzustande (Fig. 13a—f).

Sie erscheinen makroskopisch grauweiss und besitzen eine Länge von 6 bis 7 mm. Man kann an ihnen vier verschiedene Strecken unterscheiden, die indessen allmählich in einander übergehen.

a) Die leicht besenförmig ausgefaserte Kolbenwurzel (Fig. 13a) ist vollständig farblos und ohne Haarmark. Sie geht unmerklich unter nur geringer Dickenabnahme in den cylindrischen Anfangstheil des Haares über, der auf eine Strecke von 0,7—0,8 mm noch denselben Charakter bewahrt wie das Wurzelende selbst, d. h. farblos und marklos ist. Eine feine quere Cuticularzeichnung erscheint auf der Oberfläche dieses Abschnittes, doch so, dass die Cuticularplättchen glatt anliegen, keine auffallenden Vorsprünge in der Seitenconturlinie hervorrufen. Man kann die Oberfläche dieses Haartheils deshalb als eine glatte bezeichnen.

b) Der zweite bei weitem grösste Abschnitt des Haares (etwa 4 mm lang) ist als eine knotenstockähnliche dornige Strecke (Fig. 13c) zu bezeichnen, in welcher ein Markstrang überall deutlich erkennbar ist. Das dornige Aussehen kommt durch das sparrige Abstehn bezw. Aufrichten der lanzettförmigen Cuticularschüppchen zu Stande, unter denen eine fein längsstreifige Rindensubstanz erscheint. Die Marksubstanz erscheint zunächst discontinuirlich in Form einzelner centraler Längsspalten (Fig. 13b), die zum Markcylinder zusammenfliessen, der

sich distalwärts (in der Richtung zur Haarspitze) allmählich verbreitert. Die Marksubstanz ist ausserordentlich stark lufthaltig, während in der Rindensubstanz feinste lufthaltige Spältchen nur im Gebiet des Wurzelabschnitts a zur Beobachtung kommen. Zugleich findet sich aber schon am Beginn unseres Abschnitts b feinkörniges Pigment ein, und zwar sowohl in der Rinde, als im Mark, in letzterem reichlicher, in der Rinde anfangs sehr spärlich. Die Pigmentirung nimmt apicalwärts allmählich zu. Das Markpigment kommt am besten zur Anschauung, wenn man Haare mit dünner Kali- oder Natronlauge behandelt, durch welche Procedur die Luft leicht verdrängt wird. Bei der Untersuchung in Glycerin dagegen erhält sich die Luft im Markstrang sehr lange. Ich empfehle für eine genaue Untersuchung der Pigmentirung der Haare stets homogene Immersion bei voller Beleuchtung in Anwendung zu bringen. Die feinsten Pigmentkörnchen werden andernfalls leicht übersehen. Man kann Fälle feiner Haarpigmentirung geradezu als die besten Probeobjecte zur Prüfung unserer besten Objective bezeichnen. Ohne hier auf den feineren Bau der Marksubstanz näher einzugehen, will ich doch so viel bemerken, dass die Luftspalten am Anfange des Abschnittes b lang und schmal sind, während sie im grösseren Theile von b breiter und kürzer sind (Fig. 14); doch können auch innerhalb der Strecke b mehrere Male kürzere Strecken der schmaleren Marksubstanz mit längeren Lufträumen abwechseln mit längeren Strecken breiterer Marksubstanz mit kurzen Lufträumen. Die Anordnung der Luftblasen zum Pigment erscheint alternirend, der Art, dass sich jedesmal an das leicht convexe basale Ende des Luftraums eine stärkere Ansammlung lichtbraunen körnigen Pigmentes anlegt, dann folgt (an Glycerinpräparaten) eine farblose Stelle und nun weiter basalwärts der nächste Luftraum. Nach Behandlung mit dünner Natron- oder Kalilauge zeigte sich z. Theil innerhalb des Gebiets der ehemaligen Luftblase ein quergestelltes ellipphoidisches farbloses Gebilde, welches apicalwärts von dem beschriebenen Pigment bedeckt wurde, während es basalwärts von einer farblosen Substanz sich begrenzt zeigte, die in ihrem optischen Verhalten sehr der Rindensubstanz glich. Letztere springt jedenfalls jedesmal am basalen Ende des Luftraums zackig in das Innere vor, so dass dadurch der Markraum rosenkranzförmig gestaltet wird: den Erweiterungen entsprechen die Lufträume, den Verengerungen die Pigmentansammlungen. Nach den gewöhnlichen Anschauungen würde man das ganze Gebiet, welches aus Pigmentkörnchen und kernartigem Gebilde besteht, als Markzelle bezeichnen, wobei allerdings hervorzuheben wäre, dass jenes kernartige Gebilde sich nicht färben lässt. In einer solchen Zelle würde dann das feinkörnige Pigment antibasal liegen, wie in den Zellen des Stratum Malpighii. Wie aber verhält sich der Luftraum? Es will mir scheinen, als ob dieser nicht bis zur Axe des

Haares reicht, sondern nur schaalenartig als Cylindermantel den basalen Theil der „Markzelle“ umgiebt. Das beschriebene Haarmark der Flaumhaare des Hermelin gehört zu der Form, welche WALDEYER als einzeilig und als wechselspaltig bezeichnet hat (104. S. 12 u. 13). Die Luft befindet sich hier also nicht innerhalb der Zellen, sondern ausserhalb derselben in einem Spaltraum zwischen Rinde und Mark. Eine jede derartige Untersuchung zeigt, wie unsicher noch unsere Kenntnisse über die Marksubstanz der Haare sind. Ich vermeide es aber in diesem Aufsatz auf diese schwierige Frage genauer einzugehen und beschränke mich auf das, was für die in dieser Arbeit behandelten Fragen wissenswerth ist.

An den langen Abschnitt b schliesst sich unter allmählicher Veränderung des Oberflächenreliefs ein dritter Abschnitt c von geringerer Länge an, der sich im wesentlichen durch seine glattere Oberfläche auszeichnet (Fig. 13 d.). Die Cuticularschüppchen sind hier wieder flacher an die Rindensubstanz angedrückt, ihre freien Ränder treten aber etwas schärfer hervor, wie im farblosen Wurzeltheile, im mikroskopischen Bilde etwa das Bild wiederholend, welches makroskopisch die Profilansicht eines geschuppten Eidechsenschwanzes darbietet. Die Marksubstanz verhält sich hier wie in den breiteren Strecken des vorigen Abschnittes, ist also einzeilig wechselspaltig, nur ist das Pigment reichlicher vorhanden, desgleichen hat die Pigmentirung der Rindensubstanz zugenommen: die Haare erscheinen hier in ihrem Spitzengebiet deshalb mehr grau, während Pigmentarmuth der Rinde und Luftgehalt des Markes sich in ihrem basalen und mittleren Gebiet zu einer mehr weissen Farbe combiniren.

d) An die Strecke c schliesst sich endlich unter allmählicher Verjüngung die kegelförmige Spitze (Fig. 13 e und f) an, welche dieselben Verhältnisse der Cuticula, wie die Strecke c zeigt, aber durch Aufhören des Haarmarks charakterisirt erscheint, sodass die kegelförmige Spitze des Marks entbehrt, das hier ebenfalls unter Verschmälerung aufhört. Die Rindensubstanz der Spitze enthält feinkörniges Pigment.

Was endlich die Dimensionen der betreffenden Strecken betrifft, so fand ich bei einem Haare von 6 mm Länge, dass 0,72 mm auf Strecke a, 3,92 mm auf Strecke b und 1,36 mm auf Strecke c + d entfallen. Natürlich können diese Zahlen nur approximative sein, da eine scharfe Grenze zwischen den einzelnen Abschnitten ja nicht existirt, vielmehr die eine Formation ganz allmählich in die andere übergeht. Die Kaliberverhältnisse des Haares gestalten sich der Art, dass es von dem Wurzelbezirk a, wenn man vom eigentlichen Kolben absieht, nach b eine Verbreiterung auf nahezu das Doppelte seines Kalibers erfährt, innerhalb b und c nahezu gleich dick bleibt und dann nach der Spitze rasch sich verjüngt. Die Dicke ist

in a 7,2 μ
in b 13,5 μ mit Einschluss zweier gegenüberliegender vorspringender Zacken, 7,9 μ an den engsten Stellen entsprechend den Zackenbasen,
in c 10,8 μ.

Die Marksubstanz besitzt im Anfangstheile von b eine Dicke von nur 2,7 μ, verbreitert sich in b und c auf 5,4 μ bzw. 4,5 μ. Die Messungen der Haare dürfen nicht an Präparaten aus Kali- oder Natronlauge vorgenommen werden, da die Haare darin unter Schlängelung bis auf das Doppelte ihres Durchmessers quellen.

2) Grannenhaare (Fig. 15 a—c).

Auch sie beginnen mit einer vollständig pigmentfreien geschlossenen leicht besenförmig ausgefaserten Kolbenwurzel (Fig. 15 a), an welche sich a) eine cylindrische farblose und marklose Strecke anschliesst, auf deren glatter Oberfläche dicht anliegende Cuticularschüppchen eine feine quere Zeichnung hervorrufen. Es besteht also abgesehen von dieser Cuticula dieser Wurzelabschnitt des Haares nur aus Rindensubstanz, in welcher feinste Luftspältchen enthalten sind. b) Nun folgt ein ganz kurzes Stück mit glatter Cuticularoberfläche, welches aber durch das Auftreten der Marksubstanz charakterisirt ist (Fig. 15 a, am oberen Ende). Letztere erscheint zunächst häufig in Form eines oder zweier schmaler Cylinderabschnitte discontinuirlich, verbreitert sich dann rasch zu einem continuirlichen Markcylinder, der in diesem Abschnitt als einzeilig wechselspaltig bezeichnet werden muss. c) Ebenso allmählich geht aus der ganz kurzen Strecke b dieser dritte Abschnitt hervor, welcher noch denselben Charakter der Marksubstanz zeigt, nur dass letztere sich wie dieser ganze dritte Abschnitt verbreitert, die Marksubstanz relativ mehr wie das ganze Haar. Was dagegen diesen Theil des Haares besonders charakterisirt, ist die dornige Beschaffenheit seiner Oberfläche, bedingt durch die vorstehenden freien apicalen Kanten der Cuticularschüppchen. Indessen treten hier die Zacken nicht so weit vor, wie in der dornigen Strecke der Flaumhaare. d) Die zackige Beschaffenheit der Oberfläche des Haares nimmt allmählich ab, indem sich die Cuticularschüppchen wieder allmählich fest anlegen. Gleichzeitig verbreitern sich Haar und Mark, welche im Abschnitt c auf eine lange Strecke ihr Kaliber nicht verändert hatten, sichtlich. Damit wird das Mark zweizeilig wechselspaltig (Fig. 15 b). Die beschriebene Verbreiterung geht, wie man an torquirten Haaren constatiren kann, mit einer Abplattung Hand in Hand. e) Verbreiterung und Abplattung nehmen noch beträchtlich zu und erreichen in diesem Abschnitt ihr Maximum (Fig. 15 c). In

dieser breitesten Stelle, deren Oberfläche glatt, mit querer Cuticularzeichnung erscheint, zeigt sich die Marksubstanz drei- bis vierzeilig wechselspaltig. Ganz allmählich tritt dann wieder eine Breiten-Abnahme auf, das Haar verjüngt sich f) zur kegelförmigen Spitze. Das Haarmark hört auch hier in einiger Entfernung von der Spitze auf und zwar unter bedeutender Verschmälerung. Es erscheint jetzt nur als ein sehr schmaler axialer Raum.

Aus der gegebenen Beschreibung geht selbstverständlich hervor dass die 6 beim Grannenhaar unterschiedenen Abschnitte keine scharfen Grenzen haben. Namentlich sind d, e und f nicht von einander abzugrenzen, indem d die beginnende, f die verschwindende Verbreiterung und Abplattung des Haares bedeuten. Bei einer Ausmessung der einzelnen Strecken, wie ich sie an einem 10 mm langen Grannenhaare vorgenommen habe, sind deshalb d, e und f in einem Maass zusammengefasst. Es ergiebt sich in Millimetern:

Länge der Strecke	a	= 0,715 mm
„ „ „	b	= 0,195 „
„ „ „	c	= 2,990 „
„ „ „	d + e + f	= 6,110 „
	Summa:	10,010 mm

Die breiteste Stelle dieses Grannenhaares (61,2 μ) befand sich in $3^1/_4$ mm Abstand von der Spitze, also dieser bedeutend näher als dem Wurzelende, etwa an der Grenze des mittleren und apicalen Drittels der Haarlänge.

Die Breitenmaasse der verschiedenen Abschnitte desselben Haares und der betreffenden Marksubstanz waren folgende, in Millimetern:

	Breite des Haares	Breite der Marksubstanz
Strecke a	. . . . 19,8 μ	fehlt
„ b	. . . . 20,7 μ	am Beginn 1,8 μ am Ende 9 μ
„ c	mit Zacken . 27 μ ohne „ . 23,4 μ	16,2 μ
„ d	. . . . 36—41,4 μ	
„ e	. . . . 41,4—61,2 μ	39,6 μ

Das farblose marklose Wurzelstück ist in den Grannenhaaren jedenfalls relativ bedeutend kürzer als in den Flaumhaaren, übertrifft die analoge Strecke der letzteren keinesfalls an Längenausdehnung, ja ist vielfach absolut kürzer. Die körnige Pigmentirung beginnt bereits im Abschnitt b, das Markpigment scheint etwas früher aufzutreten,

als das Rindenpigment. Alle übrigen Abschnitte sind stärker pigmentirt, als die am Flaumhaar unterschiedenen pigmentirten Strecken. In beiden Fällen ist das Pigment ausserordentlich feinkörnig lichtbräunlich. Die Rindenpigmentirung ist im Grannenhaar sehr ausgebildet, am stärksten in dem stark abgeplatteten Theil e und in der Spitze f. Es erscheint deshalb dieser längste und breiteste Abschnitt des Haares makroskopisch braun, der relativ weniger gefärbte, aber ebenfalls stark lufthaltige basale Abschnitt grau. Es erübrigt noch die Vertheilung von Luft und Pigment in der Marksubstanz zu schildern. Ueber den Bau der einzeiligen Markabschnitte bleibt dem, was ich bei der Beschreibung der Flaumhaare gesagt, kaum etwas hinzuzufügen. Das zwei- und mehrzeilige Mark besteht aus einzelnen keilförmig zwischen einander greifenden Abschnitten („Markzellen"), zwischen denen sich quergestellte in der ganzen Länge des Haares unter einander communicirende Lufträume befinden; diese zu einem zusammenhängenden System verbundenen Spalten scheinen sowohl zwischen den Markabschnitten, als zwischen Mark und Rinde zu liegen. Auch hier ist die innere Grenzlinie der Rinde keine glatte, sondern springt mit leichten Zacken in bestimmten Intervallen gegen die Marksubstanz vor. Das Pigment der Marksubstanz liegt auch in diesen Haaren überwiegend an der apicalen (distalen) Seite der „Markzelle", ist übrigens ziemlich ungleich vertheilt, in einigen reichlicher, in anderen spärlicher angehäuft.

3. Uebergangshaare.

Zwischen den Flaum- und Grannenhaaren findet sich noch eine Haarform, welche Charaktere beider vereinigt, in ihren Längenverhältnissen aber den Grannenhaaren gleichkommt, auch dieselbe starke Pigmentirung zeigt, wie letztere. Diese Härchen erscheinen in ihrem Spitzentheil makroskopisch ebenso braun wie die Grannenhaare und erreichen mit ihnen das gleiche Oberflächenniveau. Sie unterscheiden sich aber durch andere Strukturfolge der einzelnen Abschnitte. Auch sie beginnen mit einem kurzen pigment- und marklosen Wurzelabschnitt a von etwa 0,4 mm Länge. An ihn schliesst sich b) eine sehr lange Strecke, welche dem stark stachligen Knotenstock ähnlichen Abschnitte der Flaumhaare gleicht. Es folgt dann c) eine Strecke mit weniger stark vorstehenden Cuticulardornen. Bis hierher gleicht Alles einem Flaumhaar, nur dass die Breiten durchweg grösser sind. Nun aber schliesst sich d) ein stark pigmentirtes und stark verbreitertes abgeplattetes Stück an, der verbreiterten Granne des Grannenhaares gleichend. Die Verbreiterung erreicht aber nicht die bedeutende Grösse wie im eigentlichen Grannenhaar und dementsprechend bleibt das Mark, obwohl breiter als im Abschnitt b,

einzeilig. Die grösste Verbreiterung des Haares lag bei einem solchen von 12 mm Länge etwa in 3 mm Entfernung von der Spitze e, zu der sich nun das Haar allmählich kegelförmig verjüngt.

Eine Ausmessung der Breiten ergab folgendes:

	Breite des ganzen Haares	Breite der Mark-substanz
a	. . . . . . 17,1 μ	fehlt
b	mit Zacken . 28,8 μ ohne „ . 18 μ	12,6 μ
c	mit Zacken . 25,2 μ ohne „ . 18 μ	12,6 μ
d	breiteste Stelle 36 μ	28,8 μ

Es entsprechen sich

im Flaumhaar Abschnitt	Dicke		im Grannenhaar Abschnitt	Dicke	im Uebergangshaar Abschnitt	Dicke
a	7,2 μ		a	19,8 μ	a	17,1 μ
b mit Stacheln	13,5 μ				b	28,8 μ
ohne „	7,9 μ					18,0 μ
			b	20,7 μ		
			c mit Zacken	27,0 μ	c mit Zacken	25,2 μ
			ohne „	23,0 μ	ohne „	18,0 μ
c	10,8 μ	=	d	36—41,4 μ	d	36,0 μ
			e	41,4—61,2 μ		
Spitze d		=	f	—	e	—

Es geht aus dieser Zusammenstellung hervor, dass die Dickendimensionen der Uebergangshaare sich zwischen denen der beiden Hauptformen halten. Die Verbreiterung des Uebergangshaares erreicht nur die Hälfte der der Grannenhaare. Das Uebergangshaar besitzt im grösseren basalen Abschnitt alle Charaktere des Flaumhaares, nur im vergrösserten Massstabe, um dann in einen Spitzentheil überzugehen, der dem eines verschmälerten Grannenhaares gleicht.

Mit den Haaren der Rückenhaut zeigen die weissen oder gelblichweissen des Bauches vom Sommerhermelin die grösste Uebereinsimmung im feineren Aufbau und der Aufeinanderfolge der Strecken. Nur fehlt hier körniges Pigment vollständig. Die Haare zeigen höchstens einen diffusen Schimmer. In den mehrzeiligen „Markzellen“ der groben Grannen finden sich in Querreihen geordnet eigenthümliche eckige farblose Körnchen. Uebergangshaare sind auch hier vorhanden.

Schliesslich noch einige Worte über die Schwanzhaare des Sommerhermelins im Zustande des Kolbenhaares, so wie man sie durch Ausziehen leicht erhält. Auch hier hat man feine Unterhaare (Flaumhaare) und sehr lange gröbere Haare, die ich als Borstenhaare bezeichnen will, zu unterscheiden. Erstere verhalten sich in Allem wie die Flaumhaare des Rückens, nur dass sie durchweg stärker pigmentirt sind. Uebergangsformen zu Grannenhaaren sah ich nicht. Die Borstenhaare sind dagegen eine von den bisher beschriebenen Haarformen gänzlich verschiedene Art. Sie sind sehr lang und dick (maximale Länge nach Tabelle S. 502 63 mm) und an den dicksten Stellen 80 μ breit; sie übertreffen also an Dicke die breitesten Strecken der Grannenhaare. Ihr ungefärbter markloser Wurzelabschnitt ist kurz, höchstens 0,6 mm lang; seine Dicke beträgt schon 52 μ, nimmt aber am Ende dieser Strecke da, wo die ersten Andeutungen der Marksubstanz auftreten, bereits auf 56 μ zu, um sehr bald den maximalen Durchmesser zu erreichen, der seinerseits auf eine lange Strecke beibehalten wird und dann auch ganz allmählich sich zu der kegelförmigen Spitze verjüngt. Das Haarmark tritt auch erst discontinuirlich und in geringer Breite (6 μ) auf. Die Breite nimmt aber rasch zu und erreicht in den dicksten Partieen 56 μ, während hier der Durchmesser der Rindensubstanz nur 12 μ beträgt. Das Mark ist anfangs einzeilig, wird aber im dicken Haupttheil des Haares mehrzeilig, um nach der Spitze zu wieder in analoger Weise aufzuhören, wie es an der Wurzel begonnen. Mit Rücksicht auf den Luftgehalt ist es als wechselspaltig zu bezeichnen. Der farblose und marklose Wurzeltheil führt zahlreiche feinste Luftspältchen. Die Cuticula des Haares liegt überall glatt an, so dass nirgends zackige Vorsprünge entstehen, das Haar vielmehr überall glatt erscheint. Der Pigmentgehalt ist ein sehr grosser. Zuerst beginnt an der Grenze des hellen Wurzelabschnitts das Markpigment, zu dem sich aber sehr bald reichlich Rindenpigment gesellt. Dies letztere ist im grösseren Theil des Haares in seiner inneren Schicht so reichlich angehäuft, dass es die Marksubstanz zudeckt, so dass für die makroskopische Betrachtung der Luftgehalt des Haares im Farbenbild nicht wirksam wird. Das Haar erscheint schwarzbraun oder geradezu schwarz. Das Pigment ist aber dasselbe wie in den Rückenhaaren, nur sind in den Schwanzhaaren die bräunlichen Pigmentkörnchen dichter angehäuft. Der Querschnitt dieser dicken Haare ist nicht der eines abgeplatteten Cylinders, sondern nähert sich mehr einem Kreise.

Mit diesem genauer beschriebenen Sommerhaar will ich nun zunächst das Winterhaar, ebenfalls im Zustande des Kolbenhaares, und zwar unter Zugrundelegung des Thieres Nr. 6 vom 18. Januar ver-

gleichen. Auch hier haben wir dieselben Haarformen zu unterscheiden, Flaumhaar und Grannenhaar. Ein gemeinschaftlicher Charakter ist, dass die Winterhaare länger sind als die Sommerhaare. Die weissen Grannenhaare des Rückens sind bis 22 mm lang. Auch die Dicke ist eine bedeutendere, was aus folgender Zusammenstellung hervorgeht

	Flaumhaare breiteste Stelle	Grannenhaare breiteste Stelle
Sommer	13,5 μ	61,2 μ
18. Januar.	16,2 μ	82 μ

Die Flaumhaare sind überdies durch eine sehr lange marklose Spitze (1,16 mm) ausgezeichnet und dadurch, dass die sich an sie anschliessende Strecke mit glatterer Oberfläche (Strecke c) länger, die dornige Strecke (b) dagegen bedeutend kürzer ist. Die Dicke der breitesten Stelle der Grannenhaare variirt von 68—82 μ, die Breite des darin enthaltenen Haarmarkes von 30 bis 45 μ. Die Breite der Marksubstanz ist also in den Winterhaaren eine relativ geringere. Ein fernerer Unterschied der farblosen Grannenhaare des Winterkleides ist der, dass die Marksubstanz schon in der Nähe der Wurzel zweizeilig ist. In den „Markzellen“ der Verbreiterung des Grannenhaares fand ich auch hier wieder die eigenthümlichen Querreihen farbloser Granula, wie ich sie vom farblosen Bauchhaar des Sommerhermelins erwähnt habe. Uebergangshaare kommen im Winterkleide ebenfalls vor; ihre verbreiterte Stelle misst nur 45 μ, das dieser entsprechende Mark 30,6 μ. — Die schwarzen Borstenhaare des Schwanzes dieses Thieres sind ebenfalls länger als die des Sommerhermelins; sie messen 41—62 mm. Ihre grösste Dicke fand ich zu 96 μ (Marksubstanz 64 μ), so dass also auch ihre Dicke die der entsprechenden Haare des Sommerkleides übertrifft. Den feineren Bau fand ich nicht verschieden, die Pigmentirung der schwarzen Borstenhaare des Winters mindestens so stark, als die des Sommers. Auch hier ist das Rindenpigment besonders stark entwickelt.

Isolirung der Haarwurzeln durch Maceration.

Nach der Untersuchung des allgemeinen Baues der Haare im Winter- und Sommerkleid wird die Beantwortung einer weiteren Frage für die Untersuchung des Haar- und Farbenwechsels von grösster Wichtigkeit, nämlich wie sich in den einzelnen Jahreszeiten Papillenhaare und Kolbenhaare, farblose und gefärbte Haare zu einander verhalten, zu welchen Zeiten ferner ganz junge Haare gefunden werden. Die Untersuchung könnte sich hier darauf beschränken, den gewöhn-

lichen üblichen Weg einzuschlagen, einfach Schnittserien parallel den Haareinpflanzungsebenen anzufertigen und an ihnen zu ermitteln, in wie weit Kolben- oder Papillenhaare vorhanden sind. Nun tritt aber bekanntlich [1]) sehr häufig der Fall ein, dass der Papillenabschnitt der Wurzel, der Bulbus pili, gegen den übrigen Wurzeltheil retortenartig umgebogen ist, also ausserhalb der Schnittebene der übrigen Wurzel liegt. Man wird dann an einem Schnitt nicht die Entscheidung treffen können, ob Kolben-, ob Papillenhaar vorliegt; vielmehr wird der combinirte Befund mehrerer auf einander folgender Schnitte erst die richtige Auskunft geben. Wollte man dabei ganz sicher vor Verwechselungen sein, so müsste man jede zweifelhafte Haarwurzel durch die Plattenmodellirmethode veranschaulichen. Aber auch die einfache Combination der Schnitte derselben Haarwurzel in den verschiedenen auf einander folgenden Schnitten ist schon zeitraubend genug und wird zu einer beinahe unmöglichen Aufgabe, wenn es sich um alle Haare eines bestimmten begrenzten Hautgebietes handelt. Dazu kommt nun für unseren speciellen Fall der Haarwurzeln des Hermelins, dass dieselben in ihrer Majorität (Flaumhaar) sehr fein sind und sich in dichten Schaaren gruppenweise drängen. Die Haare stehen nämlich, wie man am besten an Hautschnitten senkrecht zur Haarrichtung sehen kann (Fig. 19) nicht einzeln, sondern in Gruppen von 10—20 zusammen, und zwar schliesst eine jede Gruppe gewöhnlich 1 Grannenhaar ein, während die Mehrzahl Flaumhaare und einige wenige Uebergangshaare sind. Genauer werde ich auf diese Gruppenbildung weiter unten einzugehen haben. An Längsschnitten erscheinen nun die Wurzelstücke der Flaumhaare so schmal und dicht gedrängt, dass erst eine mühsame Combination befriedigende Auskunft giebt. Sollte man nun also auch mit Hülfe der Schnittmethode hier überall zum gewünschten Ziele gelangen, so ist doch diese Untersuchung des Zustandes der Haarwurzel, ob Kolben- oder Papillenhaare, äusserst zeitraubend. Es kommt nun aber gerade darauf an, möglichst viele Fälle aus verschiedenen Zeiten zu untersuchen. Dies erreicht man schnell mit Hilfe einer einfachen Macerationsmethode, welche eine scharfe sichere Entscheidung über den Zustand der Haarwurzeln gestattet, andererseits aber auch die neugebildeten jungen Härchen erhält. Die Methode besteht in Folgendem: Die betreffenden Hautstücke werden in Glycerin gebracht, das mit reiner concentrirter Salzsäure angesäuert ist, der Art, dass der Gehalt dieses sauren Glycerin an jener Säure 2 % beträgt. Man bringt dann das betreffende Gefäss für 24 Stunden in den Wärmekasten bei 50—60 ° C. Meist ist dann der Erweichungszustand der Haut ein derartiger, dass direct zur Untersuchung geschritten werden kann. Die nunmehr leicht auseinander fallenden Haargruppen

[1]) Vergl. darüber GARCIA (27).

werden zunächst in 80% Alkohol von der Säure befreit und dann in Glycerin untersucht. Meist sind dann alle epithelialen Theile, Wurzelscheiden und Talgdrüsen noch erhalten. Will man nur die eigentliche Haarsubstanz erhalten, so spüle man die dem sauren Glycerin entnommenen Haarwurzelgruppen in Wasser ab, in welchem bald die nicht verhornten epithelialen Gebilde unter Quellung zu Grunde gehen. Es schmilzt dabei aber unter eigenthümlichen Veränderungen auch ein Theil der Wurzel, der Bulbus pili, überhaupt die noch nicht verhornten Theile der Wurzel des Papillenhaares ein. Das hindert aber nicht, die Papillenhaare leicht und scharf auch jetzt noch von den Kolbenhaaren zu unterscheiden. Charakteristisch für letztere bleibt immer, dass ihre leicht kolbig verdickte Wurzeln stets pigment- und marklos sind, während die Papillenhaare bis zur Papille ihre Marksubstanz erkennen lassen, ihr Pigment aber nicht zu allen Jahreszeiten vorkommt, wie ich noch genauer feststellen werde. Auch die Form der Papillenhaare ermöglicht nach der Wasserbehandlnng mit grösster Leichtigkeit die Unterscheidung (Fig. 10 u. 12). Während die verhornten Wurzelenden der Kolbenhaare nach Auswaschen mit Wasser unverändert ihr Aussehen bewahrt haben, nur von den bekleidenden Zellen der äusseren Wurzelscheide befreit sind, fehlt nach dieser Behandlung den Papillenhaaren, wie erwähnt, das weiche nicht verhornte Endstück der Wurzel, der eigentliche Bulbus; dafür aber zeigen sich die restirenden Wurzelenden zu einem Kegel aufgequollen, dessen Basis den noch weicheren, dem Bulbus benachbarten Zellenlagen entspricht und deshalb am meisten aufgebläht erscheint, während die nicht gequollene, weil bereits resistentere Spitze in den Haarschaft sich fortsetzt. Hat man diese Charaktere der beiderlei Zustände der Haarwurzeln sich eingeprägt, so gelingt es gerade an solchen gewässerten Präparaten, in denen alles übrige abmacerirt ist, sehr leicht, rasch Massenuntersuchungen über den Zustand der Haarwurzeln anzustellen. Die erst erwähnte Nachbehandlung mit 80% Alkohol sollte daneben aber nicht vernachlässigt werden, da sie Auskunft über die ersten neuen Haaranlagen giebt, die sammt Epithelcylinder und zugehörigem Kolbenhaar vortrefflich erhalten bleiben. Die erwähnte Macerationsmethode ist auch für menschliche Haut anwendbar, nur muss man sich eines stärkeren Säurezusatzes von 15—20% bedienen, bei Erwachsenen wieder stärker gesäuertes Glycerin benutzen, wie bei Kindern. Es genügt auch angesäuertes Wasser anstatt des Glycerin zu gebrauchen. Das Glycerin hat nur in Folge seiner dichteren Beschaffenheit den Vorzug, die in dem Glase isolirten Theile länger in der Schwebe und gesondert zu erhalten, während sie in saurem Wasser sich zwar auch sehr leicht isoliren lassen, aber leicht gruppenweise durch einander gerathen.

Es gewährt die Anwendung meines Macerationsverfahrens mit Leichtigkeit einen Aufschluss über den Zustand der Haarwurzeln in

jedem beliebigen Hautstück. In kürzester Zeit lassen sich ferner derartige Untersuchungen auf zahlreiche Individuen ausdehnen. Wie mir diese Methode die sicherste Auskunft über den Haarwechsel beim Hermelin gewährt hat, so steht auch zu hoffen, dass wir mittelst derselben zu bestimmten Resultaten über den Haarwechsel des Menschen gelangen.

Ich habe auch versucht, Färbungen mit der Maceration zu combiniren. Ich färbte zunächst die Hautstücke mit Boraxkarmin durch, brachte sie dann in das saure Glycerin, wusch mit 80 % Alkohol aus, erhielt aber immer nur diffuse Färbungen, die allerdings das Bild für die Untersuchung angenehmer machten; eine reine Kernfärbung aber war auf diesem Wege nicht zu erzielen.

Im Folgenden werde ich nun zunächst die Befunde, wie das beschriebene Macerationsverfahren sie mir ergeben hat, für die 15 zur Untersuchung gelangten Thiere beschreiben und zwar unter Zugrundelegung der Verhältnisse der Rückenhaut. Eine Untersuchung von Längs- und Querschnitten ist aber aus anderen Gründen trotzdem nicht zu umgehen und wird in einem späteren Kapitel folgen.

Zustand der Haare und Haarwurzeln beim Hermelin in den verschiedenen Jahreszeiten.

1) Rückenhaut (Haut des Bauches und Kopfes).

Ich werde die Beschreibung der 15 einzelnen Fälle in der Reihenfolge der oben S. 502 gegebenen Zusammenstellung folgen lassen, mit dem der Zeit nach unbestimmten Sommer-Hermelin beginnend.

Nr. 1. Sommer-Hermelin. Vorherrschend pigmentirte Kolbenhaare, unter diesen Grannen- und Flaumhaare im gewöhnlichen Verhältniss, so dass etwa auf 10 Haare 1 Grannenhaar kommt. Daneben finden sich überall junge Papillenhaare in den verschiedensten Phasen des Wachsthums, zum Theil noch vollständig innerhalb der Haut, zum Theil schon mit der Spitze dieselbe überragend. Sie sind ebenfalls pigmentirt, besonders stark in den Matrixzellen der Wurzel. Nie liegt aber Pigment in den Wurzelscheiden. Die pigmentirten Kolbenhaare haben dagegen, wie schon oben erwähnt wurde, ein farbloses Wurzelstück. Derselbe Befund am Kopfe.

Nr. 2. 24. November (Fig. 12). Uebergang zum Winterkleid. 1) Am Rücken. Es überwiegen Haare mit offener markhaltiger Haarwurzel (Papillenhaare). Ihre Wurzelenden liegen aber in einer tieferen Cutisschicht, als die der gleichzeitig vorhandenen Kolbenhaare, nämlich dicht an der inneren Fläche der Cutis in der Nachbarschaft der

quergestreiften Hautmuskulatur. Diese Papillenhaare sind hier zu 12—13 zu einem Bündel vereinigt; jede Gruppe enthält ein gröberes Grannenhaar. das alsbald nach dem Austritt aus der Haut seine spindelblattförmige Anschwellung zeigt. die hier also dem Unterhaar angehört, noch nicht die Oberfläche des Haarkleides erreicht hat. Sowohl die zahlreichen Flaumhaare als das Grannhaar dieser tiefen Gruppen entbehren vollständig des Pigments, sind farblos. Ausserdem lässt ein jedes Bündel, da wo es sich in der Höhe der Talgdrüsen enger zusammendrängt, die geschlossenen farblosen Wurzeln einiger Kolbenhaare erkennen, darunter je ein Grannenhaar, das die Oberfläche des Haarkleides erreicht und braun pigmentirt ist (nur im Wurzelgebiet farblos). Diese Grannenhaare bilden das leicht braune spärliche Oberhaar, während, wie erwähnt, die farblosen Papillenhaare selbst in ihren Grannenhaaren noch nicht über die Gegend des Flaum- oder Unterhaares empor gerückt sind. Es ist hier nur eine Deutung möglich. Zu der angegebenen Zeit (also etwa Mitte November) hat eine allgemeine Neubildung von Haaren begonnen, die aber nur farblose Haare (Flaum- und Grannenhaare) liefert. In den pigmentirten Kolbenhaaren erkennen wir alte Sommerhaare, die in verschiedenen Stadien des Ausfalls begriffen sind. Wir haben hier also die letzten Reste des alten pigmentirten Sommerkleides als unvollständige Oberhaarschicht über dem noch der tieferen Zone angehörigen weissen Winterkleid. Die pigmentirten Grannenhaare des alten Sommerkleides unterscheiden sich von denen des neusprossenden Winterkleides 1. durch ihre geringere Breite. Die grösste Breite der Spindel fand ich am vorliegenden Exemplar bei den alten pigmentirten Grannenhaaren zu 88—104 μ, bei den farblosen neuen Winter-Grannenhaaren 96—128 μ. Dementsprechend stellte sich auch der grösste Durchmesser des Wurzelstücks oberhalb des Bulbus pili beim neuen farblosen Haar breiter heraus (32—48 μ), als beim alten Kolbenhaar (19—20 μ). 2. Ein zweiter Unterschied zeigt sich darin, dass die Spitzenenden der Grannenhaare vielfach zerschlitzt, ausgefasert erscheinen, während die jungen Winterhaare vollständig intact gefunden werden. Letztere sind selbstverständlich in den verschiedensten Wachsthumsstadien; einige durchbrechen eben mit ihren spindelförmigen Anschwellungen die Oberfläche der Haut, während bei anderen dies Stück schon ausserhalb der Haut sich befindet.

In der Bauchhaut fand ich ganz dieselben Zustände, also 2 Generationen von Haaren, eine junge und eine alte, beide aber hier farblos; die alten Kolbenhaare finden sich nur noch vereinzelt. Auch die bereits weissen Stellen der Kopfhaut dieses Thieres (vergl. Fig. 1) geben ähnliche Bilder, aber der allgemeinen Färbung entsprechend überwiegend farblose Papillenhaare, daneben nur sehr spärliche pigmentirte Kolbenhaare.

Nr. 5. 16. December (Fig. 11). Nur farblose Kolbenhaare mit ihren geschlossenen Wurzeln in der Höhe der Talgdrüsen. Zahl der Haare einer Gruppe 7—11. Grösste Breite der Grannenhaare 80—96 μ. Uebergangshaare mit 48 μ maximaler Breite

Nr. 6. 18. Januar. Nur farblose Kolbenhaare mit geschlossenen Wurzeln in der Ebene der Talgdrüsen. Zahl der Haare einer Gruppe 6—8. Grösste Breite der Grannenhaare 104 μ.

Nr. 7. 2. Februar. Nur farblose Kolbenhaare mit geschlossenen Wurzeln in der Ebene der Talgdrüsen. Zahl der Haare einer Gruppe 6—8. Grösste Breite der Grannenhaare 100—116 μ (Breite des Haarmarkes 88 μ).

Nr. 8. 5. Februar. Nur farblose Kolbenhaare mit geschlossenen Wurzeln in der Ebene der Talgdrüsen. Zahl der Haare innerhalb einer Gruppe 10 bis 12. In den Stadien Nr. 5—8 kam nur die Rückenhaut zur Untersuchung.

Nr. 3. 7. März und Nr. 9. 9. März (Fig. 10) befinden sich beide im gleichen Stadium des Uebergangs vom Winter- zum Sommerkleid. Ich schildere zunächst wieder die Befunde an der Rückenhaut. Das Haarkleid ist noch vollständig weiss; es schimmert aber bereits in der Tiefe ein graubrauner Ton durch, der der Haut selbst angehört. Wie die mikroskopische Untersuchung zeigt, wird diese graubraune Farbe der Haut weder durch eine Färbung der Cutis nach der Epidermis bedingt, sondern haftet lediglich an der epithelialen Matrix junger neu entstandener pigmentirter Haare. An den unten zu beschreibenden Schnittpräparaten werde ich auf den Modus dieser Pigmentirung näher eingehen, hier lediglich das, was die Macerationspräparate lehren, berücksichtigen. Schon der makroskopische Befund (Fig. 3) ist überraschend genug. Ueberträgt man die mit saurem Glycerin macerirten Hautstücke vorsichtig mittelst eines Hornlöffels in 80procentigen Alkohol, so kann man zunächst noch das Auseinanderfallen der Haargruppen vermeiden, ja man kann noch die epidermoidale Oberfläche der Haut als zarten weisslichen Streifen erhalten. Die der Hautmuskulatur zugekehrte Oberfläche der Haut ist durch Ablösung ersterer frei geworden und zeigt in zierlichster Weise braune Pünktchen, von denen bei der Betrachtung der Schnittfläche feine braune Linien schräg zur Oberfläche der Haut verlaufen, um meist kurz vorher aufzuhören, in den wenigsten Fällen noch eine feine Spitze hervorzuschieben. Es sind dies die makroskopisch schon sichtbaren Anlagen junger pigmentirter Papillenhaare, neben denen das alte weisse Haarkleid noch besteht. Die braunen Pünktchen entsprechen den stark pigmentirten Bulbi pilorum. Allerdings sind nur die grösseren den jungen Grannenhaaren angehörigen pigmentirten Haarknöpfe dem unbewaffneten Auge sichtbar. Die mikroskopische Untersuchung zeigt, dass zwischen ihnen viel zahlreicher die Anlagen junger pigmentirter

Flaumhaare vorhanden sind, die in ihrer Gesammtheit bei mikroskopischer Betrachtung zwischen den dunkelbraunen Pünktchen eine hellbraune diffuse Färbung hervorbringen. Das Mikroskop löst diese scheinbar diffuse Färbung in die Einzelpigmentirungen der zahlreichen feinen jungen Flaumhaare auf. Auch hier sind die Haare in Gruppen angeordnet, deren Verhalten innerhalb der Haut noch durch die Wurzeln der gleichzeitig noch vorhandenen weissen Winterhaare complicirt wird. Die letzteren sind ausschliesslich Kolbenhaare und liegen mit ihren geschlossenen marklosen Wurzeln im Niveau der tieferen Enden der Talgdrüsenkörper. Die pigmentirte junge Generation dagegen besteht ausschliesslich aus Papillenhaaren, deren Papillen und Haarzwiebeln in den tiefsten Schichten der Cutis hart an der Grenze der quergestreiften Hautmuskulatur liegen, so dass sich zwischen den Wurzelenden der jungen pigmentirten Papillenhaare und denen der farblosen Kolbenhaare ein beträchtlicher Abstand findet (Fig. 10). Die weitere Anordnung der einzelnen Haarbündel oder Haargruppen wird einmal durch den zur Oberfläche schrägen Verlauf der Haaranlagen bedingt, zweitens durch die Convergenz der einer Gruppe angehörigen Haare zur Austrittsstelle aus der Hautoberfläche. Wie Längsschnitte ergeben (Fig. 18), aber auch vorsichtig behandelte Macerationspräparate mit erhaltener Gruppenbildung der Haare (Fig. 10) wohl erkennen lassen, nehmen die Haare einer Gruppe den breitesten Raum unmittelbar an der Grenze der Hautmuskulatur, also in der Region der Haarpapillen und Haarzwiebeln ein; die äussersten Haare auf beiden Seiten einer Gruppe liegen hier bis 0,5 mm auseinander. Das enge Mündungsgebiet auf der Hautoberfläche beträgt aber nur 48 μ. Daraus ergiebt sich eine starke Convergenz sämmtlicher Haare einer Gruppe gegen diese Austrittsstelle hin; es folgt daraus ferner, dass nicht alle Haare einer Gruppe gleich starke Neigung gegen die Oberfläche besitzen und dass die Haarwurzeln der Haare einer Gruppe um so kürzer sein müssen, je mehr der Neigungswinkel gegen die Oberfläche der Haut sich einem rechten Winkel nähert. Jede Gruppe junger Haarwurzeln umschliesst gewöhnlich die starke Wurzel eines dicken Grannenhaares; doch sind die Fälle nichs selten, in denen die einzelnen Wurzeln einer Haargruppe keine auffallenden Grössenunterschiede zeigen, nur aus Flaumhaaren zu bestehen scheinen. Höchstwahrscheinlich war dann aber die Wurzel eines Uebergangshaares mit darin enthalten, welche Haare ja auch als verschmächtigte Grannenhaare betrachtet werden können. Es ist bisher nur die Anordnung der jungen Papillenhaare besprochen worden, welche mit ihren Spitzen zur Austrittsstelle convergiren (Fig. 10). Das vorliegende Stadium ist nun aber, wie erwähnt, dadurch ausgezeichnet, dass daneben noch die langen weissen Winterhaare existiren und zwar als Kolbenhaare, deren geschlossene Wurzeln in einem der Oberfläche näherem Niveau,

nämlich etwa in der Höhe der unteren Fläche der Talgdrüsenkörper liegen der Art, dass sie ebenfalls die Convergenz der Papillenhaare mitmachen und in einem, im allgemeinen nach aussen von dem Kegel der Papillenhaare gelegenen Kegelmantel angeordnet sind. Es hat jedes Papillenhaar einer Gruppe das dazu gehörige alte Kolbenhaar an der Aussenseite der betreffenden Haargruppe. Die Entfernung des unteren Endes der Haarkolben von der breitesten Stelle der Haarzwiebeln ist sehr beträchtlich, aber für die einzelnen Haare einer Gruppe eine verschiedene. Bei den stärkst geneigten Haaren — und hierzu gehören in der Regel die Grannenhaare — beträgt sie 0,88 – 0,96 mm, bei den am schwächsten geneigten 0,48 mm. Die Wurzelenden der Kolbenhaare, welche den Grannenhaaren angehören, lassen sich schon an ihrer grösseren Dicke von denen der Flaumhaare unterscheiden. Es gelingt unschwer, Maceratiospräparate herzustellen, welche ganze Gruppen in ihrer natürlichen Anordnung erhalten haben. An diesen sieht man, was oben angedeutet wurde, dass selbst dann, wenn keine dickere Haarwurzel erkennbar ist, alte Kolbenhaare vom Charakter der Grannenhaare sich finden, mit ihren verbreiterten Theilen aussen zwischen die Grannen der dicksten Grannenhaare herausreichend. Es sind dies dieselben Haare, welche ich oben als Uebergangshaare besonders beschrieben habe. Sie unterscheiden sich also in ihrer ersten Anlage in der That nicht von den Flaumhaaren, nehmen aber beim weiteren Wachsthum den Charakter von Grannenhaaren an, von denen sie sich nur durch die geringere Breite ihrer „Grannen" unterscheiden. Jede Haargruppe — so können wir nun bestimmter sagen — enthält entweder je ein echtes Grannenhaar oder an Stelle desselben ein Uebergangshaar; alle übrigen sind Flaumhaare, die aber durchaus nicht alle von gleicher Dicke sind. Auch liegen ihre Bulbi nicht genau in der vorhin bezeichneten Ebene, sondern können sich um ein Geringes gegen einander verschoben zeigen.

Von Interesse ist noch die Zahl der Haare einer Gruppe. Als Resultat der Zählungen ergaben sich an Querschnitten durch die Haargruppen der Rückenhaut beim Hermelin Nr. 3 vom 7. März (Fig. 19) 16—20 Haare für eine Gruppe und unter diesen 8—10 Kolben- und 8—10 Papillenhaare, also die gleiche Anzahl von beiden Kategorien. An Macerationspräparaten des Hermelins vom 9. März schienen mir die Gruppen etwas ärmer an Haaren zu sein, wie am vorigen Exemplar; ich zählte 8—18 Haare innerhalb einer Gruppe und konnte hier durchaus nicht immer so viel Kolbenhaare wie neugebildete Papillenhaare finden; ich vermuthe, dass hier bereits verschiedene Kolbenhaare ausgefallen sind. Alle neugebildeten Haare sind, wie erwähnt, pigmentirt und markhaltig und erscheinen kegelförmig. Am schönsten erkennt man diese Kegelform an den jungen Grannenhaaren, die sich rasch zur Kegelspitze verjüngen (Fig. 10), ihren breitesten Theil also unmittel-

bar auf der Papille besitzen (76—88 μ), während die grösste Breite des Bulbus pili allerdings diese Basalbreite des Haares bedeutend übertrifft (168—232 μ).

Die Deutung des Befundes an den beiden Thieren vom 7. und 9. März kann keine andere sein, als dass hier ein totaler Haarwechsel sich einleitet, der dahin zielt, an die Stelle des alten weissen Winterhaares neues pigmentirtes Sommerhaar zu setzen.

Die Bauchhaut des Thieres vom 7. März zeigte, trotzdem ja hier kein Farbenwechsel stattfindet, ganz analoge Verhältnisse wie die Rückenhaut, also zwei Generationen von Haaren: 1. lange farblose Kolbenhaare, wie in der Haut des Rückens, und 2. kleine neue Papillenhaare. Letztere unterscheiden sich aber von denen des Rückens durch die bemerkenswerthe Eigenschaft, dass sie kein Pigment enthalten, und ferner dadurch, dass sie noch viel kleiner sind, als die des Rückens, also noch jüngere Stadien repräsentiren. Sie haben die Epidermisoberfläche noch nicht erreicht.

Nr. 10. 19. März. Uebergang zur Sommerfärbung. Dem oben bei der makroskopischen Beschreibung des Materials Gesagten habe ich hier nach dem Befunde an Macerationspräparaten noch folgendes hinzuzufügen. Macerirte Hautstücke, die noch nicht mit der Präparirnadel in die einzelnen Haargruppen zerlegt sind (Fig. 4), zeigen wiederum eine braune Farbe der Haut, auf deren unteren Seite braune Punkte zu erkennen sind, den Haarzwiebeln der dicken Grannenhaare entsprechend. Die diffuse braune Färbung zwischen diesen dunkleren brauneren Punkten löst sich bei mikroskopischer Untersuchung in die braungefärbten Wurzeltheile der feinen Flaumhaare auf. In anderen Theilen der Haut existirt auch hier kein Pigment. Bei der Ansicht der Durchschnittsfläche dieses Stückes markirt sich die Epidermisoberfläche als eine zarte weissliche Linie. Während nun aber im vorigen Stadium die braune Färbung sich innerhalb dieser Epidermislinie hielt, ist jetzt eine aus den Spitzenhälften der jungen braunen Härchen gebildete ebenso breite braune Zone ausserhalb oder oberhalb der Epidermis-Linie vorhanden. Die neuen Härchen bilden jetzt also ein kurzes braunes Unterhaar, über welches sich das längere alte weisse Winterhaar erhebt. Die gesammte Breite der braunen Zone beträgt $3^1/_2$ mm, von welchen also die eine Hälfte innerhalb, die andere ausserhalb der Haut gelegen ist. Ueber das Niveau der Haut erheben sich die längsten weissen Haare noch 11—12 mm. Das weisse Haarkleid erscheint hier im Ganzen lichter, als in den früheren Stadien. Die mikroskopische Untersuchung ergiebt wiederum pigmentirte Papillenhaare und farblose Kolbenhaare. Erstere sind die weiter gewachsenen neuen Haare des März, sie sind jetzt sämmtlich durch die Epidermis durchgebrochen; die längsten braunen Papillenhaare, welche sich etwas mit ihren Spitzen aus der allgemeinen braunen Zone hinausschoben,

maassen $4^1/_2$ mm. Die Wurzeln der Kolbenhaare befanden sich in analoger Anordnung zu den Papillenhaaren, wie im vorigen Stadium, nur waren sie viel spärlicher. Das weisse Kleid ist bereits durch reichlicheres Ausfallen winterlicher Kolbenhaare bedeutend gelichtet. Während nun die jungen braunen Grannenhaare im vorigen Stadium nur aus dem Spitzentheil bestanden, ist jetzt die Granne nahezu fertig ausgebildet, die jungen Flaumhaare sind ebenfalls weiter entwickelt, indem sich an den glatteren Spitzentheil bereits der Anfang der dornigen Strecke anschliesst.

Nr. 11 21. April und Nr. 4 29. April gehören eng zusammen. Ersteres zeigt bereits das vollendete Sommerkleid, letzteres noch einige weisse Querbinden im Kopfgebiet (vergl. Fig. 2). Beide Exemplare stimmen darin überein, dass nunmehr nur Kolbenhaare zu finden sind, aber die oben ausführlich beschriebenen pigmentirten Kolbenhaare des Sommer-Hermelins mit farblosen marklosen Wurzeln. Sie bilden an Macerationspräparaten in Nr. 11 Gruppen von 8—13, in Nr. 4 von 5—10 Haaren der bekannten Anordnung. Der Haarwechsel ist also abgelaufen, das Sommerkleid vollständig angelegt bis auf die bei Nr. 4 erwähnten weissen Stellen.

Bei diesem Hermelin Nr. 4 habe ich auch die Bauchhaut untersucht und hier ebenfalls den Ablauf eines vollständigen Haarwechsels constatirt. Es fanden sich nur Kolbenhaare, mit ihren Wurzeln in der Höhe der Talgdrüsen. Sämmtliche Haare sind aber vollständig farblos, nur die verbreiterten Stellen der Grannenhaare zeigen einen diffusen lichtgelben Ton.

Während nun für Rücken und Bauch die Befunde leicht darin ihre Erklärung finden, dass die im Anfang März entstandenen neuen Haare nach Ausfallen der Haare des alten weissen Winterkleides rasch ihr Wachsthum vollendet haben und in das Stadium der Kolbenhaare eingerückt sind, bieten die weissen Stellen der Kopfhaut, welche das Thier vom 29. April (Nr. 4) noch besitzt, einige Schwierigkeiten dar. Ich untersuchte hier die hinter dem rechten Ohr gelegene Stelle der hinteren V förmigen weissen Strecke und fand zu meiner Ueberraschung nur farblose Kolbenhaare, was um so mehr Verwunderung erregen muss, als hier an dem Exemplar vom 7. März (Nr. 3) ganz dieselben Bilder des Haarwechsels constatirt werden konnten, wie an der Rückenhaut des letzteren Thieres, d. h. farblose Kolbenhaare und pigmentirte junge Papillenhaare. Es geht daraus hervor, dass der allgemeine Haarwechsel sich auch über das Kopfgebiet erstreckt und man wird sich wohl schwerlich der Annahme zuneigen können, dass in dem Exemplar vom 29. April, welches sich also in einem um 8 Wochen späteren Stadium befindet, ausnahmsweise gerade an diesen weissen Stellen des Kopfes der Haarwechsel noch nicht erfolgt sei, noch das alte Winterhaar existire, während doch sonst über-

all der Haarwechsel längst abgelaufen, ja das neue farbige Sommerhaar schon in den Kolbenzustand eingetreten ist. Vielmehr ist bei einer Deutung des auffallenden Befundes an den weissen Stellen des Kopfes von einem in der ersten Hälfte des März vollzogenen allgemeinen Haarwechsel auszugehen, wie ihn die Thiere Nr. 3 und 9, sowie Nr. 10 veranschaulichen. Wenn das aber der Fall ist, wenn wir es also nicht mit dem alten Winterhaar, sondern mit neuerem Frühlingshaar zu thun haben, so könnten 2 Möglichkeiten der Erklärung vorliegen. Entweder werden auch hier die jungen Frühlingshaare pigmentirt angelegt, wie ich es bei dem Thier Nr. 3 vom 7. März thatsächlich gefunden habe, und verbleichen später, oder unser Befund am Hermelin Nr. 4 stellt eine seltene Varietät dar (dem Thier Nr. 11 vom 21. April fehlen in der That die weissen Kopfbinden), die sich am ungezwungensten der Art erklären würde, dass die betreffenden Stellen des Kopfes bei dem allgemeinen Haarwechsel ausnahmsweise farblose junge Papillenhaare produciren, wie die Bauchhaut, die dann zu derselben Zeit in das Kolbenstadium eingetreten sind, wie die übrigen Haare des Kopfes, des Rückens und Bauches. Nun sind aber meines Wissens vom eigentlichen Sommer-Hermelin derartig am Kopf gezeichnete Exemplare nicht beschrieben. Man muss also annehmen, dass diese weissen Haare sehr bald durch braune ersetzt werden. Dass aber ein derartiger Wechsel auch bei dem gewöhnlichen braunen Sommerhaar vorkommt, habe ich oben am Hermelin Nr. 1 nachgewiesen.

Fragen wir nun, welchem der beiden Deutungsversuche wir den Vorzug zu geben haben, so scheint es mir, dass der zweite mit allen übrigen Thatsachen am besten übereinstimmt. Der erste würde voraussetzen, dass Uebergangsstadien von pigmentirten zu farblosen Kolbenhaaren vorkommen, dass man Zwischenstadien des Abbleichungsprocesses finde. Davon ist aber nirgends etwas zu treffen, stets sind farblose und pigmentirte Haare ohne Uebergänge der Färbung neben oder nach einander vorhanden. Nirgends existiren hier Bilder, welche für eine Erklärung durch Abbleichen bereits gebildeten Pigmentes verwerthet werden könnten, ganz abgesehen davon, dass eine solche Erklärung durch Abbleichung wohl für den Uebergang des Sommerkleides in das Winterkleid einen Sinn haben könnte, aber schwerlich für den Uebergang zum Sommerkleid, das ja gerade durch seine Pigmentirung ausgezeichnet ist. Warum, so müsste man hier ferner fragen, bleichen denn nur diese circumscripten Stellen am Kopfe ab, während doch das ganze übrige dorsale Haarkleid pigmentirt bleibt? Das sind alles Widersprüche, welche jener Versuch einer Deutung des Befundes durch Abbleichen hervorruft. Ganz anders steht es mit der anderen Erklärung. Nach dieser hätten diese Stellen auch einen allgemeinen Haarwechsel durchgemacht, der aber nicht sofort zu einem gleich-

farbigen Haarkleid auf der ganzen Oberseite des Körpers geführt hat, sondern zum Auftreten einiger farbloser Haarbinden, also einer „Zeichnung“. Sollte diese nicht in die Klasse der Erscheinungen gehören, welche EIMER[1]) zum Gegenstand einer besonderen Arbeit gemacht hat, und die alle ihr Endziel in einer homogenen Färbung haben? Dann wären die queren Binden eine Art Atavismus, würden für kurze Zeit Zustände repräsentiren, die vielleicht in dem Stamme der Musteliden eine weitere Verbreitung gehabt haben. Wie dem auch sein mag, die betreffende Zeichnung ist, wie schon meine wenigen (2) Exemplare aus nahezu derselben Jahreszeit zeigen, keine allgemeine. Das Thier vom 29. April besitzt sie, nicht aber das Thier vom 21. April. Einen Geschlechtscharakter darin zu erblicken, geht aber ebenfalls nicht an, da beide Thiere männlichen Geschlechts sind.

Einer letzten Möglichkeit der Erklärung habe ich allerdings noch nicht gedacht. Ich führe sie hier an, um sie sofort als unhaltbar zurückzuweisen. Man könnte meinen, dass die fraglichen farblosen Haare der weissen Kopfbinden zwar als farblose Papillenhaare angelegt werden, aber später nachträglich Pigment in ihrem Innern entwickeln. Dies würde voraussetzen, dass Haare im Stadium der Kolbenhaare (denn um solche handelt es sich in unserem Falle) noch fern von ihrer Ursprungs-Matrix Pigment bilden könnten. Gegen diese Annahme spricht vor allen Dingen die Thatsache, dass, wo wir immer Kolbenhaare treffen, auch da wo sie pigmentirt sind, stets das in der Haut steckende vollständig verhornte Wurzelende gänzlich des Pigmentes entbehrt. Eine selbstständige Bildung von Pigment in den ausserhalb der Haut befindlichen vollständig verhornten Zellen der Haarsubstanz wird man aber wohl nicht geneigt sein anzunehmen. Nirgends ist überdies in der Umgebung der Wurzeln Pigment nachzuweisen. Da ich unten auf die Frage des Ortes der Entstehung des Haarpigments zurückkommen werde, so begnüge ich mich mit diesen Hinweisen.

Nr. 12. 2. Juli. Ueberwiegend pigmentirte Kolbenhaare mit farblosen Wurzeln im Niveau der Talgdrüsen. Einige wenige junge noch nicht über die Oberfläche der Haut hervorragende pigmentirte Papillenhaare sind vorhanden, aber in so geringer Zahl, dass innerhalb etwa 2 qcm Hautfläche des Rückens nur 2 Anlagen von Grannenhaaren zu finden waren.

Nr. 13. 5. Juli. Hier fand ich in der Rückenhaut nur pigmentirte Kolbenhaare mit farbloser Wurzel. Zahl der Haare innerhalb einer Gruppe 6—8.

[1]) EIMER (20.' 1882. S. 692) führt an: „An einer sich in dem Winter verfärbenden Mustela erminea sah ich übrigens das Weiss zuerst am deutlichsten in einem seitlichen Längsstreifen auftreten.“ An meinem Exemplar vom 24. November war etwas Aehnliches nicht zu beobachten.

Nr. 14. 3. September. Nur pigmentirte Kolbenhaare mit farbloser markloser Wurzel.

Nr. 15. 8. September. Pigmentirte Kolbenhaare mit farbloser markloser Wurzel überwiegen; daneben erscheinen aber ziemlich häufig junge pigmentirte Papillenhaare, welche die Oberfläche der Epidermis noch nicht durchbrochen haben; das Pigment ist hier indessen spärlicher vorhanden, wie bei den jungen Papillenhaaren des allgemeinen Haarwechsels im Frühling.

2. Schwarze Schwanzspitze.

Ich lasse auch hier zunächst die Befunde, die ich an den einzelnen Exemplaren erhalten habe, protokollarisch folgen.

An dem Exemplar Nr. 1 (Sommer - Hermelin) fand ich die langen Borstenhaare überwiegend als Papillenhaare, einzeln auch im Stadium des Kolbenhaares, während die dazwischen befindlichen kleinen Flaumhaare, die mit je einem gröberen Borstenhaar zu Gruppen vereinigt sind, sich meist im Zustande des Kolbenhaares befanden. Auch hier zeigten die Papillenhaare eine stark pigmentirte Haarmatrix, aber kein Pigment in der Papille oder in den Wurzelscheiden. Von der farblosen Wurzel der Kolbenhaare ging ein epithelialer Strang aus, an dessen entgegengesetztem Ende sich eine atrophische Papille befand, an deren Oberfläche hart an der Grenze des Epithels ein kleiner Haufen schwarzkörnigen Pigmentes gelagert war. Ich will diese beim Sommer-Hermelin nur geringe Pigmentansammlung als basalen Pigmentfleck bezeichnen. Er ist charakteristisch für die Kolbenhaare, deren Wurzel farblos ist, kommt an den wachsenden Papillenhaaren nie vor. Von sternförmigen pigmentirten Zellen aber, wie sie unter Anderen EHRMANN (17) und RIEHL (83) aus der Haarpapille abbilden, war nichts zu sehen. Ich will mich hier vorläufig mit diesen Andeutungen begnügen, da ich unten nach Erörterung der Befunde an Schnittpräparaten noch speciell auf diesen Punkt zurückkommen muss, um so mehr, als er für die Frage der Bildung des Hautpigments ein grosses Interesse darbietet.

Beim Hermelin Nr. 2 vom 24. November waren die groben Borstenhaare sämmtlich Papillenhaare mit stark pigmentirter epithelialer Matrix. In Papille und Wurzelscheiden kein Pigment. Die meisten der kleinen Flaumhaare waren ebenfalls Papillenhaare, es fanden sich aber bereits einige Stadien der Haarablösung der Art, wie sie GARCIA (27) auf Taf. X Fig. 2 seiner Abhandlung über den Haarwechsel beim Menschen abgebildet hat.

Ganz anders ist das Bild der Winter-Hermeline (5, 6 und 7, 16. Dec., 18. Jan. und 2. Februar). Hier überwiegen die Kolbenhaare mit farbloser Wurzel; sie sind aber nicht der ausschliessliche Befund.

Vielmehr fand ich am Thiere vom 16. December noch ziemlich häufig Borstenhaare im Papillenhaarzustande, andere in den oben erwähnten Stadien der Haarablösung; auch noch beim Thier vom 2. Februar waren zwischen den ungleich zahlreicheren Kolbenhaaren noch einzelne Gruppen von Papillenhaaren wahrzunehmen. Die Zahl der Haare innerhalb einer Gruppe schwankte zwischen 6 und 11, sodass demnach auf je ein grobes Borstenhaar 5—10 kleine Flaumhaare kommen. Letztere waren auch keineswegs, wie am Rücken, alle im Zustand der Kolbenhaare; es fanden sich vielmehr auch unter ihnen einzelne Papillenhaare. Interessant war auch hier am Schwanze das Verhalten des Epithelfortsatzes der Kolbenhaare. Unter jedem farblosen besenartigen Kolben der grossen Borstenhaare fand sich am Grunde des Epithelfortsatzes die beschriebene schwarze Pigmenteinlagerung in der Papille und in einigen Fällen auch in dem von da in die Tiefe ziehenden WERTHEIM'schen Bindegewebsstrang; am Hermelin vom 2. Februar war dieser basale Pigmentfleck am stärksten entwickelt (Fig. 6, 7), glich häufig einem schwarzen, die Papille erfüllenden Klumpen (Fig. 9); in anderen (Fig. 7) zeigte die Pigmenteinlagerung in ihrer Anordnung Aehnlichkeit mit dem Verhalten der Papillen der Cutis, wie sie UNNA (102 Fig 16) nach Injection mit Asphaltchloroform abbildet. Meist befand sich der Pigmentfleck in einem grösseren Abstand von der farblosen Besenwurzel des Kolbenhaars (bis 96 μ). Dass die noch fest mit der Papille verbundenen Papillenhaare kein Pigment in der Papille zeigen, ist schon öfter betont; hier ist aber für das Thier vom 2. Februar noch nachzutragen, dass im ersten Stadium der Ablösung begriffene Haare, wie das Fig. 7 abgebildete, auch schon eine Pigmentirung in der Papille zeigen können, während die epitheliale Haarzwiebel bereits farblos ist. Derartige Haare besitzen sehr charakteristisch etwas oberhalb der Papille eine scheinbar diffus schmutzig gelbbraun gefärbte Stelle (bei a Fig. 7). Dieselbe ist aber in Wahrheit vollständig farblos, findet sich in analoger Weise bei gänzlich unpigmentirten Haaren und erscheint im auffallenden Licht weiss. Wir haben es hier also mit einer Structurfarbe zu thun. Ich komme weiter unten auf diese interessanten Bilder zurück. Die Pigmentirung der Papille ist in diesen Fällen scharf abgeschnitten gegen die epitheliale Haarsubstanz; dass die Papillenpigmentirung in amöboiden Melanocyten enthalten sei, wird man wohl auf Grundlage der Fig. 7 nicht behaupten wollen. Im tieferen Bindegewebe der Haut waren dagegen pigmentirte Bindegewebszellen in Gruppen nicht selten zu treffen. — Auch bei den Winterhermelinen kommen im Gebiet der schwarzen Schwanzspitze einzelne feine Flaumhaare im Zustand der Papillenhaare vor, während ihre überwiegende Mehrzahl sich im Zustande des Kolbenhaares befindet. Nie fand ich aber unter diesen feinen Kolbenhaaren den betreffenden Pigmentfleck. Letzterer

ist vielmehr in seinem Vorkommen ausschliesslich auf die groben langen Borstenhaare beschränkt und findet sich hier nur dann, wenn die Haare ihr Wachsthum abgeschlossen haben, constant unter der Besenwurzel der Kolbenhaare, seltener schon bei Haaren im ersten Stadium der Ablösung.

Nur Kolbenhaare fand ich sehr abweichend von den gleichzeitigen Befunden an der Haut des Rückens und Bauches beim Hermelin Nr. 3 vom 7. März. Alle Haare, sowohl Borsten- als Flaumhaare befanden sich hier in diesem Zustande; unter den Borstenhaaren lag auch hier der basale Pigmentfleck, aber von geringerer Grösse als im vorigen Stadium. Im Bindegewebe waren pigmentirte Zellen vorhanden.

Das Hermelin No. 4 vom 29. April besass ebenfalls nur Kolbenhaare. Der basale Pigmentfleck der Borstenhaare war noch kleiner wie bei dem Thier am 7. März.

Sommerhermelin Nr. 12 vom 2. Juli. Borstenhaare sind ausschliesslich Papillenhaare von der Länge des schwarzen Schwanzhaares. Die Pigmentirung beginnt als eine sehr intensive, mehrere Zellschichten der epithelialen Haarmatix umfassende in einer Entfernung von etwa 80 μ vom dünnen Papillenhalse. Die Papille selbst ist unpigmentirt. Bei flüchtiger Untersuchung hat es allerdings zuweilen den Anschein, als seien auch in ihr äusserst feine staubförmige Pigmentkörnchen eingelagert; man überzeugt sich aber bei genauerer Einstellung, dass dieselben in der unmittelbar die Oberfläche der Papille bedeckenden Epithelschicht gelegen sind. — Die Flaumhaare dieses Thieres fand ich ebenfalls im Zustande des Papillenhaares.

Nr. 13. 5. Juli. Die groben dunkel pigmentirten Borstenhaare sind nur Papillenhaare mit rein epithelialer Pigmentirung; kein Pigment in den Papillen und im umgebenden Bindegewebe. Die begleitenden kleinen Flaumhaare finden sich z. Theil im Zustand der Kolbenhaare, häufiger aber als junge intensiv pigmentirte Papillenhaare verschiedenster Länge.

Nr. 14. 3. September. Die Mehrzahl der groben Borstenhaare sind nun pigmentirte Kolbenhaare mit farblosen Wurzelenden, die kleinere Zahl junge, nur 6 mm lange, also bereits weit über die Epidermisoberfläche hervorgetretene Papillenhaare. Da sie am 5. Juli noch nicht vorhanden waren, so müssen sie sich in der Zwischenzeit also wohl in der zweiten Hälfte des August neu gebildet haben. In den Papillenhaaren findet sich nur epitheliale Pigmentirung, während die Kolbenhaare eine farblose Wurzel zeigen. Der Epithelfortsatz und die Papille der letzteren sind meist frei von Pigment, nur in einigen findet sich basales Pigment, aber sehr spärlich, oft nur punktförmig zerstreut. Die Flaumhaare dieses Stadiums finden sich überwiegend im Zustand der Kolbenhaare.

Nr. 15. 8. September. Borstenhaare in überwiegender Mehrzahl im Zustand der Kolbenhaare mit farbloser Wurzel, einige zerstreute im Zustand von Papillenhaaren mit intensiv epithelial pigmentirter Wurzel. Unter der farblosen Wurzel der Kolbenhaare vermisste ich einen basalen Pigmentfleck; dagegen fand ich in seltenen Fällen Pigment in einzelnen Zellen der äusseren Wurzelscheide, während die davon umschlossene Kolbenwurzel vollständig pigmentlos war. Die Flaumhaare waren überwiegend Papillenhaare mit intensiv epithelial pigmentirtem Bulbus pili. Nirgends war die Papille pigmentirt. Einzelne oder Gruppen von Flaumhaaren mit farblosen Kolbenwurzeln. Dieser Befund an dem zeitlich dem vorigen Thier so nahe stehenden beweist, dass im zeitlichen Auftreten des Haarwechsels leichte individuelle Schwankungen vorkommen können. Wahrscheinlich finden sich aber auch locale Verschiedenheiten bei ein- und demselben Thier, der Art, dass Haare oder Haargruppen verschiedener Stellen zu verschiedenen allerdings nicht weit von einander abstehenden Zeiten aus dem Papillenhaar- in den Kolbenhaarzustand übertreten.

3. Spürhaare (Sinushaare) der Oberlippe.

Im Gebiet der grossen Spürhaare der Oberlippe stehen die feinen zwischen ihnen vertheilten Härchen ebenfalls gruppenweise zusammen und zwar bis zu 10, falls es sich um nur eine Generation nach abgelaufenem Haarwechsel handelt. Jede Gruppe enthält 1—2 Grannenhaare und im übrigen Flaumhaare oder Uebergangsformen. An Grösse stehen sie aber den entsprechenden Haaren des Rückens und Bauches bedeutend nach. Denn während die Grannenhaare der letztgenannten Körperregionen bis 22 mm lang werden können, messen die längsten Grannenhaare der Oberlippe kaum 2 mm. Ueberdies beginnt die Verbreiterung zur Granne schon in der geringen Entfernung von 0,4 mm vom Wurzelende (Fig. 26), sodass die breite Granne unmittelbar der Oberfläche der Haut aufsitzt, das Stück c (s. oben) auf ein Minimum reducirt erscheint. Eine ähnliche Verkürzung der basalen Abschnitte, insbesondere des knotenstockartigen Theiles (b) zeigen die Flaumhaare. Was nun den Haarwechsel dieser kurzen Flaum- und Grannenhaare betrifft, so folgt derselbe im Allgemeinen dem der Rücken- und Bauchhaare, sodass wir es also auch hier mit einem Haupthaarwechsel im Herbst und Frühling zu thun haben. Es findet sich nur insofern eine Abweichung, als auch in der Mitte des Winters (18. Januar) junge Papillenhaare zerstreut beobachtet werden. Diese im Herbst und Winter angelegten Papillenhaare sind farblos, die im Frühling angelegten pigmentirt.

Ganz anders verhalten sich die grossen langen Spürhaare, die zum Theil pigmentirt, zum Theil farblos sind.

Es ist zunächst von Interesse, zu wissen, in wie weit sie einen Farbenwechsel durchmachen. Um diese Frage zu beantworten, wird es aber nöthig, eine Uebersicht über die Stellungsverhältnisse der Spürhaare bezw. Borsten am Kopf des Hermelins zu geben. Im Gebiete der Oberlippe stehen sie zunächst in 5 Reihen angeordnet, von denen die erste dorsalste dadurch charakterisirt erscheint, dass sie hinter dem Nasenloch beginnend, die Richtung gegen den vorderen (medialen) Augenwinkel einschlägt, aber halbwegs vor diesem endigt. Ich nenne die Haare dieser Reihe Spürhaare der Nasen-Augenrinne und will sie in der folgenden schematischen Uebersicht mit B bezeichnen. Am eigentlichen Oberlippenpolster finden sich sodann 4 weitere Reihen von Tastborsten, im allgemeinen parallel nach hinten verlaufend, jedoch mit geringer hinterer Convergenz, die unteren gegenüber den oberen allmählich an Länge abnehmend: Oberlippen-Reihen (C, 1, 2, 3, 4 des folgenden Schemas). Alle diese Haare sind sicher Sinushaare. Ausserdem sind am Kopf des Hermelins noch Gruppen von Borsten vorhanden, die in die Kategorie derjenigen fallen, auf welche kürzlich HAACKE (30) die Aufmerksamkeit gelenkt hat. Ich unterscheide von diesen 1. ein Büschel über dem vorderen medialen Augenwinkel, der oben bei der allgemeinen Beschreibung der Thiere als supramedialer Fleck bezeichneten Stelle entsprechend: Supraorbitalbüschel; 2. ein Büschel an der Wange etwas unterhalb der Verbindungslinie zwischen dem hinteren (lateralen) Augenwinkel und der äusseren Ohröffnung: oberes Wangenbüschel. Dies entspricht offenbar dem oberen Wangenbüschel a von HAACKE; es ist beim Hermelin häufig nicht nachzuweisen, weshalb ich es nicht in das Schema aufnehme; 3. ein Büschel hinter der Mundspalte in der verlängerten Richtung derselben, zweifellos gleich dem unteren Wangenbüschel von HAACKE: unteres Wangenbüschel (D). Endlich 4. ein Büschel in der Medianebene in einiger Entfernung nach hinten vom Kinnwinkel des Unterkiefers an der Kehle: Kehlbüschel (E). Wahrscheinlich entspricht dies dem Unterkinnbüschel von HAACKE, obwohl die Angabe von HAACKE, dass es „im Unterkieferwinkel“ [1]) sich befinde, hier nicht passt. Nur die beiden unteren Wangenbüschel und das unpaare mediane Kehlbüschel befinden sich innerhalb dauernd weiss gefärbter Stellen des Haarkleides. Nur bei den Thieren vom September (14 und 15) sassen die Borsten des Büschels D (unteres Wangenbüschel) auf einer kleinen dunkelbraun behaarten Stelle, einen kleinen dunklen Fleck inmitten des sonst hier weissen Haarkleides bildend. Aus der nebenstehenden Tabelle wird man sich nun leicht orientiren über

[1]) Es ist auch nicht klar, was HAACKE unter „Unterkieferwinkel“ versteht, ob den Angulus maxillae inferioris der Osteologie oder die mediale Vereinigungstelle beider Unterkiefer.

das Vorkommen pigmentirter und farbloser Spürhaare bezw. Borsten an den einzelnen geschilderten Localitäten.

		A	B	C 1	C 2	C 3	C 4	D (= c von Haacke)	E (= d von Haacke)
II.	24. Novbr.	p	p	p	p	—	—	—	—
V.	16. Decbr.	$\bar{p}$	p	p	p	—	—	$\bar{p}$	—
VI.	18. Januar	$\bar{p}$	p	p	p	—	—	—	—
VII.	2. Februar	$\bar{p}$	p	p	—	—	—	—	—
VIII.	5. Februar	—	p	p	p	—	—	—	—
III.	7. März	—	p	p	$\bar{p}$	—	—	—	—
IX.	9. März	$\bar{p}$	p	p	p	—	—	—	—
X.	19. März	—	p	p	p	—	—	—	—
XI.	21. April	p	p	p	p	—	—	—	—
IV.	29. April	p	p	p	p	$\bar{p}$	—	$\bar{p}$	—
XII.	2. Juli	p	p	p	p	p	p	$\bar{p}$	—
XIII.	5. Juli	p	p	p	p	p	p	p	—
XIV.	3. Septbr.	p	p	p	p	p	p	$\bar{p}$	—
XV.	8. Septbr.	p	p	p	p	p	p	$\bar{p}$	—

Es bedeutet also:

A Supraorbitalbüschel,
B Spürhaare der Nasen-Augenrinne,
C, 1—4, Spürhaare der Oberlippen-Reihen,
D unteres Wangenbüschel,
E Kehlbüschel.

Mit p ist gemeint, dass nur pigmentirte Haare, mit —, dass nur farblose Haare, mit $\bar{p}$, dass beiderlei vorkommen. Die rechte und linke Seite wurden in der Uebersicht nicht besonders unterschieden.

Ueberblicken wir nun die Reihe, so sehen wir, dass nur B und C 1 zu allen Jahreszeiten pigmentirte Haare besitzen, nahezu in allen Jahreszeiten auch A und C 2. Dagegen ist E ausnahmslos weiss, C 3, 4 und D im Allgemeinen im Winter weiss, im Sommer pigmentirt, entsprechend den Veränderungen des übrigen Haarkleides, doch finden sich Ausnahmen bei D (einige pigmentirte Haare im December). Das Thier vom 29. April hat ebenfalls z. Theil noch weisse Spürhaare, wo im Sommer pigmentirte sich finden; die Gruppe D endlich enthält im Sommer beides, sowohl farblose als pigmentirte Haare. Im Allgemeinen kann man sagen, dass im Gebiet der Spürhaare und Borsten die Pigmentirung sich im Sommer ventralwärts ausbreitet.

Wenn somit leicht über den zeitlichen und örtlichen Farbenwechsel der Spürhaare Sicherheit zu gewinnen ist, so war es nicht in gleicher Weise möglich, die Zeiten des Haarwechsels festzustellen.

Allerdings sind meine Untersuchungen des Haarwechsels der Spürhaare bisher nur gelegentliche, beschränken sich überdies nur auf die echten Sinushaare der Reihen B und C[1]) und wurden bisher noch nicht auf die erst spät hinzugekommenen Thiere 12 bis 15 ausgedehnt, beziehen sich ferner lediglich auf Macerationspräparate. Eines aber ist aus ihnen schon ersichtlich, die Vertheilung von Papillen- und Kolbenhaaren in den einzelnen Zeiten. Da dies aber für die Beurtheilung der zeitlichen Verhältnisse des Haarwechsels immerhin von einiger Bedeutung ist, so gebe ich hier kurz die Protokolle der betreffenden Untersuchungen:

I. Sommer-Hermelin. Alle untersuchten Haare sind Papillenhaare, darunter einige im allerersten Stadium der Ablösung.

II. 24. November. Nur Kolbenhaare.

V. 16. December. Unter 8 untersuchten Spürhaaren 3 Kolbenhaare, 1 Papillenhaar und 4 Haare im ersten Stadium der Ablösung.

VI. 18. Januar. Unter 8 untersuchten Spürhaaren 7 Kolbenhaare und 1 Papillenhaar.

VII. 2. Februar. Unter 4 untersuchten Spürhaaren 3 Kolbenhaare und 1 Papillenhaar im ersten Stadium der Ablösung.

III. 7. März. Unter 6 Spürhaaren 3 Kolbenhaare, 1 Papillenhaar und 2 Haare im ersten Stadium der Ablösung.

IX. 19. März. Unter 6 Spürhaaren 4 Kolbenhaare, 1 Papillenhaar, 1 Haar im ersten Stadium der Ablösung.

IV. 29. April. Unter 5 Spürhaaren 4 Kolbenhaare und 1 Papillenhaar im ersten Stadium der Ablösung.

Hervorzuheben ist mit Rücksicht auf die Frage nach der Entstehung des Hautpigments noch ganz besonders, dass auch hier in der Papille des wachsenden Papillenhaares nie Pigment wahrgenommen werden konnte.

Es ist hier der Ort noch einmal ausführlicher über eine Eigenthümlichkeit der in Ablösung begriffenen Papillenhaare zu sprechen. Letztere zeigten eine eigenthümliche „Verfärbung“ unmittelbar oberhalb des Haarknopfes, welche nicht von einer Pigmentirung herrührt, da sie in ganz derselben Weise an pigmentlosen weissen Haaren vorkommt. Ich halte diese Verfärbung für ein charakteristisches Zeichen der beginnenden Haarablösung; sie ist als eine Strukturfarbe zu betrachten, wie es scheint, hervorgerufen durch eine Art Auflockerung der in Verhornung begriffenen Rindenzellen der Wurzel. Auch bei allen anderen Haarformen des Hermelins findet sie sich in ganz analoger Weise in dem betreffenden Anfangsstadium der Haarablösung, wie schon S. 524 für die Borstenhaare des Schwanzes kurz erwähnt wurde. Es sei hier schon ausdrücklich hervorgehoben, dass diese „Verfärbung“ im ent-

[1]) Den feineren Bau der Borsten der Büschel A, D und E habe ich nicht untersucht.

sprechenden Stadium an den Kopfhaaren des Menschen in gleicher Weise eintritt. Die durch die physikalische Veränderung der Wurzel hervorgerufene Farbe ist für Untersuchung im durchfallenden Licht am besten als schmutzig gelbbraun zu bezeichnen, im auffallenden Licht erscheint die betreffende Strecke weiss. In GARCIA's sorgfältiger Arbeit (27) über den ersten Haarwechsel beim Menschen findet diese Verfärbung merkwürdigerweise keine Erwähnung doch entspricht sie der Stelle, welche in seiner Figur 1 und 2 mit H bezeichnet ist. GARCIA beschreibt aber als charakteristisch für den Beginn der Haarablösung eine Einschnürung des epithelialen Stranges dicht oberhalb der Papille. Diese Einschnürung fand ich an meinen Isolationspräparaten ebenfalls häufig und zwar jedesmal unterhalb der Stelle der „lividen Verfärbung" und oberhalb der Papille. Eine charakteristische Abbildung der von mir als schmutzig gelbbraun nach Untersuchung im durchfallenden Licht bezeichneten Stelle des in Ablösung begriffenen Haares giebt KÖLLIKER in der neuesten Auflage seiner Gewebelehre (43, S. 224, Fig. 167). Er bezeichnet diese Stelle wohl nach ihrem Verhalten im auffallenden Licht als „weissliche Stelle unmittelbar über der Zwiebel", bildet sie aber bei W in Fig. 167 dunkel ab und zwar von einem weissen Haar. Es zeigen sich nach KÖLLIKER in dieser Stelle in der Rindensubstanz „feine Streifen, welche von Unebenheiten der Oberfläche der Rindenplättchen erzeugt werden, selbst nach eindringlicher Behandlung mit Alkalien nicht leicht verschwinden, jedoch schliesslich einem feinfaserigen Wesen Platz machen". KÖLLIKER scheint demnach geneigt, das eigenthümliche Aussehen dieser Stelle auf feinere Texturunterschiede zurückzuführen. Ich möchte hier schliesslich nochmals betonen, dass ich jene „livide" Verfärbung stets nur bei sich ablösenden Haaren gesehen habe und dieselbe für geradezu charakteristisch für das Anfangsstadium der Haarablösung halte.

4. Melanotische Haare.

So nenne ich eine bisher noch nicht erwähnte, höchst eigenthümliche Art von Haaren, welche ich in Gesellschaft der Haarbüschel des Schwanzes, besonders häufig aber unmittelbar neben den Spürhaaren gefunden habe. Sie sind (Fig. 16 a—d) durch eine nur wenig gekerbte Oberfläche ausgezeichnet, besonders aber durch die eigenthümliche Beschaffenheit ihres Markes. Dasselbe zeigt einen regelmässigen Aufbau aus einzeilig angeordneten Markzellen, deren jede einen dicken intensiv schwarzen Pigmentklumpen einschliesst, der die ganze Breite des Haarmarks einnimmt, aber nicht die ganze Höhe der Markzellen erfüllt. Vielmehr ist zwischen je 2 schwarzen Pigmentklumpen jedesmal ein heller Zwischenraum vorhanden, der durch eine

scharfe basalwärts convexe Linie von dem zunächst basal angrenzenden Pigmentklumpen getrennt wird. Gehen wir von dieser Linie aus, so folgt also zunächst basalwärts, ihrem Centrum unmittelbar anliegend, der Pigmentklumpen, von dessen seitlichem Theile sich die erwähnte Linie in sanftem Bogen abhebt, mit ihm einen kleinen dreiseitigen Raum begrenzend; dann folgt ein schmales helles Feld, dann abermals Linie und Pigmentklumpen und so fort. Die Breite dieser Haare beträgt im Schwanzgebiet 12—14 μ, im Gebiet der Spürhaare 16 μ; die Länge ist eine geringe, dürfte 2 mm nicht überschreiten. Gleichgültig wie breit das betreffende Haar, der Pigmentklumpen nimmt stets die ganze Breite der Markssubstanz ein. Die schmale Rinde springt auch hier mit leichten Zacken gegen die Marksubstanz vor. In vielen dieser Haare ist die Rinde vollständig farblos; in anderen fand ich dagegen in der Rinde nach der Spitze zu ein sehr feinkörniges braunes Pigment, zu feinen Längsreihen angeordnet; nur die eigentliche Spitze ist wieder farblos. Von diesem feinkörnigen Pigment, das dem gewöhnlichen Haarpigment des Hermelins gleicht, sind die schwarzen Klumpen scheinbar total verschieden. Letztere sind nur in der Marksubstanz zu treffen, werden nach der Spitze unter Verschmälerung des Haares selbst schmäler und verschwinden mit dem Mark in einiger Entfernung von der Spitze, ohne dass Uebergänge in die feinkörnige Pigmentirung wahrzunehmen sind. Bei flüchtiger Untersuchung könnte man diese Haare für gewöhnliche mit Luft erfüllte halten, in der Meinung, dass jene schwarzen Klumpen nichts anderes seien, wie Luftfüllungen der Markräume in durchfallendem Licht. Allein bei der Untersuchung im auffallenden Licht bleiben sie dunkel, an den Rissstellen zeigen sie sich als etwas Compactes, selbstständig Isolirbares und überdies zeigen an denselben Präparaten die anderen Haare keine Spur mehr von Luftfüllung, weil die betreffenden Präparate so gewonnen wurden, dass das Material aus saurem Glycerin in Alkohol 80% übertragen und aus diesem direkt in gewöhnlichem Glycerin untersucht wurde. Auch kann man beim Trocknen der Haare wahrnehmen, wie Luft zwar in die Interstitien zwischen den Pigmentklumpen eintritt, nicht aber in diese selbst; dann ist ein Unterschied der Luft und des Pigments im durchfallenden Licht auch darin gegeben, dass erstere schwärzlich grau, letzteres intensiv schwarz erscheint. An eine Verwechslung mit Luftfüllung ist also nicht zu denken; es liegt unzweifelhaft ein echtes intensiv schwarzes Pigment vor, das aber durch seine klumpige Beschaffenheit und Farbe sich von dem lichtbraunen feinkörnigen Haarpigment scharf zu unterscheiden scheint. Wenn man indessen mittelst homogener Immersion leicht gedrückte Haare dieser Art betrachtet, so erkennt man, dass der intensiv schwarze Klumpen sich in einzelne braune Granula auflöst, die im Lichtmeer des ABBE'schen Beleuchtungsapparates den-

selben gelbbräunlichen Schimmer zeigen, wie das an der Spitze dieser Haare gleichzeitig vorhandene feinkörnigere Rindenpigment. Es liegt hier also nur eine Art besonders intensiver klumpiger Pigmentirung von Haaren vor. Vergeblich habe ich nach einem wahren Wurzelende gesucht; stets fand ich die Enden in der unmittelbaren Nachbarschaft der Kolbenwurzeln der grossen Borstenhaare des Schwanzes oder der Spürhaare wie abgeschnitten, zuweilen mit farbloser leicht trichterartiger Erweiterung und nahe diesem Ende wohl auch in der Marksubstanz auf eine längere Strecke schwarz infiltrirt. Da ich weder an Macerations- noch an Schnittpräparaten etwas anderes finden konnte, so muss ich die geschilderten für die Wurzelenden halten. Der weitere Verlauf des Haares zeichnet sich ferner durch seine Gleichmässigkeit aus: es findet sich keine Verdünnung oder Verdickung, sondern als gleichmässiger abgeplatteter Cylinder lässt sich das Haar auf eine längere Strecke verfolgen, um endlich allmählich sich zur Spitze zu verjüngen. Nur an torquirten Stellen erscheint das Haar wegen seiner Abplattung scheinbar verdünnt. Ueberhaupt zeigen diese Haare an Macerationspräparaten eine geringe Biegungsfestigkeit, lassen vielfach scharfe Knickungen erkennen. Ueber die Lage jenes rudimentären Wurzelendes ist auch an Längsschnitten schwer ins Klare zu kommen. Nach allem muss ich annehmen, dass es sowohl als Trabant der Borstenhaare des Schwanzes als der Spürhaare der Schnauze mit diesen in gemeinsamer äusserer Wurzelscheide sich befindet.

Sehr interessant sind die Verhältnisse, unter denen diese Haare vorkommen. Im schwarzhaarigen Gebiet des Schwanzes findet sich meist nur ein melanotisches Haar innerhalb einer um ein Borstenhaar aufgebauten Haargruppe, häufig aber werden sie ganz vermisst. Beim Sommerhermelin fand ich überhaupt keine. Erst mit dem Herbsthaarwechsel stellen sie sich ein und finden sich den ganzen Winter hindurch, sehr spärlich auch noch beim Hermelin vom 29. April. Am zahlreichsten waren sie bei dem Thiere vom 16. December vorhanden und zwar hier häufig sogar 2 in einer und derselben Gruppe.

Viel häufiger als im schwarzen Schwanzgebiet finden sich unsere melanotischen Haare als Trabanten der dicken Spürhaare, an deren Wurzelenden sich anschmiegend oder dieselben sogar theilweise umwickelnd (an Macerationspräparaten). Ihre Zahl kann hier bis 16 für ein Spürhaar betragen. Ueberwiegend sind es Kolbenhaare (unter 28 Fällen 24), welche mit melanotischen Haaren ausgestattet sind, viel seltener Papillenhaare in den ersten Stadien der Haarablösung. (4 von 28). Bei letzteren fand ich die Zahl jener merkwürdigen Begleithaare aber sehr gering, zweimal zu 1, zweimal zu 3. Die Kolbenhaare haben eine grössere Menge melanotischer Haare, sowohl die pigmentirten Kolbenhaare als die farblosen. Es stellt sich aber heraus,

dass die farblosen Kolbenhaare am reichlichsten mit den melanotischen Satelliten ausgestattet sind. Es fanden sich

unter 12 farblosen Kolbenhaaren folgende Zahlen melanotischer Haare vertreten:

3	1 mal
4	1 mal
5	3 mal
6	2 mal
9	1 mal
10	1 mal
12	1 mal
15	1 mal
16	1 mal

unter 12 pigmentirten Kolbenhaaren dagegen:

1	4 mal
2	3 mal
3	1 mal
4	2 mal
5	1 mal
10	1 mal

Man sieht auf den ersten Blick, dass unter gleichviel farblosen und pigmentirten Kolbenhaaren die ersteren in der Zahl der begleitenden melanotischen Haare ausserordentlich dominiren. Die Oberfläche der grossen Borstenhaarwurzeln ist hier zuweilen mit einem förmlichen Ueberzuge unter einander parallel verlaufender, aber zum Borstenhaar verschieden orientirter melanotischer Haare versehen. Am zahlreichsten fand ich, was Jahreszeit betrifft, die letzteren bei den Thieren vom 18. Januar und namentlich vom 5. März, an welchem letzteren ja überhaupt die farblosen Spürhaare überwiegen. Ueberdies ist zu bemerken, dass an den betreffenden Stellen, mögen die stützenden Spürhaare farblos oder pigmentirt sein, die übrigen Haare sowohl Grannen- als Flaumhaare vollkommen farblos waren; nur die Epidermis an der Mündungsstelle der Spürhaarbälge war leicht bräunlich pigmentirt. Fallen schon hier diese intensiv pigmentirten Haare mitten im weissen Haarkleid auf, so ist ihr Vorkommen noch auffallender in der Rückenhaut und an den weissen Stellen der Kopfhaut des Hermelins vom 24. November mitten unter den farblosen neuen Winterhaaren. Zu meiner grossen Ueberraschung fand ich auch einzelne im weissen Rückenkleid der Winterhermeline vom 16. Dezember (Nr. 5) und 5. Februar (Nr. 8). Es ist sehr wahrscheinlich, dass sie sich sporadisch auch zu anderen Zeiten des Winters finden werden. Die melanotischen Haare der Rückenhaut des Winterhermelins sind übrigens feiner, als die der Schwanzspitze und Schnauze, messen nur 10—12 μ an ihrer dicksten Stelle und sind gegen ihr basales Ende auch meist etwas verjüngt.

Es ist schwer zu sagen, was man aus diesen Haaren zu machen hat. Die Thatsache, dass sie beim Sommerthier nicht gefunden wurden, dagegen bei verschiedenen Winterthieren mitten unter farblosen Haaren (Schnauze, Kopf, Rücken), liesse daran denken, dass die während des Winters am grössten Theil des Körpers auf Null herabgesetzte Pigmentbildung sich gewissermaassen compensatorisch noch in einigen wenigen Haargebilden geltend macht. Dass sie auch im Gebiet der schwarzen Schwanzspitze vorkommen, würde nicht gegen diese Auffassung sprechen, da innerhalb dieses Gebietes während des Winters überhaupt eine compensatorische Steigerung der Pigmentbildung vorzuliegen scheint. Für die farblosen Hautstellen könnte man sich denken, dass einige wenige Haare auch während des Winters dem Blut- und Lymphstrom gegenüber unter günstigeren Verhältnissen geblieben sind und dass sich hier sozusagen die von anderen Stellen abgesperrten Pigment bildenden Substanzen anhäufen und eine intensivere Ausscheidung körnigen Pigments bedingen. Doch ist dies nicht mehr als eine Hypothese, die nur andeuten mag, dass die soeben besprochenen melanotischen Haare vielleicht interessante neue Einblicke in den Pigmentirungsprozess gewähren. Jedenfalls stehen die betreffenden Haare als ganz absonderliche Gebilde unter den übrigen da. Es bleibt zu untersuchen, in wie weit ähnliche Pigmentirungsformen der Haare sich bei anderen Thieren an sonst weisshaarigen Hautstellen finden lassen. Ich betrachte deshalb meine Untersuchungen über dieselben noch keineswegs als abgeschlossen, sondern sehr der Erweiterung bedürftig.

Eine Bemerkung möge hier noch Platz finden. Im Mark der Sinushaare, denen sich die melanotischen Haare anschmiegen, fand ich in Uebereinstimmung mit S. Mayer vielfach die kürzlich von diesem Forscher (55) beschriebenen bluthaltigen Massen und zwar ebenfalls besonders häufig in Kolbenhaaren, bald im Wurzelgebiet, bald in grösserer Entfernung von demselben. Die Kolbenwurzel der Sinushaare bleibt hier mit einem hellen centralen Kanal versehen, den ich häufig mit jenen bluthaltigen Massen gefüllt fand. Er entspricht an dieser Stelle wahrscheinlich nicht der Marksubstanz, sondern dem Raume, welchen vor der Haarablösung die hier weiter heraufreichende Papillenspitze einnahm und es werden so die Blutungen in die Kolbenhaare verständlich. Anfangs dachte ich daran, etwas Aehnliches zur Erklärung jener merkwürdigen von mir als melanotisch bezeichneten Haare annehmen zu müssen; ich war geneigt, die schwarzen Pigmentklumpen von zersetztem Blut abzuleiten, doch habe ich nie einen blutigen Inhalt in diesen Haaren wahrgenommen, während ihre Stützen, die Sinushaare, einen solchen zeigten, und umgekehrt habe ich nie an Stelle des blutigen Inhalts der Sinushaare, centrale Pigmentmassen gefunden. Die weissen Sinushaare geben in dieser Beziehung unzwei-

deutige Bilder. Man muss demnach davon absehen, die auffallend starke schwarze Pigmentirung der melanotischen Haare von einer directen Blutung in die Haarsubstanz abzuleiten, zumal da es mir auch nicht gelungen ist, mit Hülfe der in neuerer Zeit durch ZALESKI (112) modificirten PERLS'scher Eisenreaction den betreffenden Farbstoff mikrochemisch als eisenhaltig zu erweisen.

Haarwechsel.

1) Rücken, Kopf und Bauch.

Die Untersuchung der verschiedenen Exemplare des Hermelins aus den verschiedensten Jahreszeiten ergiebt, dass bei diesem Thiere zweimal im Jahre ein totaler Haarwechsel stattfindet, nämlich im Herbst und im Frühjahr. Im Herbst tritt dieser Haarwechsel in hiesiger Gegend in der zweiten Hälfte des November ein Nr. 2 (24. November) und ist in der ersten Hälfte des December bereits vollständig abgelaufen. Dann sind (No. 5, 16. December) die Haare schon sämmtlich in das Stadium der Kolbenhaare eingetreten und persistiren als Kolbenhaare während des ganzen Winters (Nr. 6, 18. Januar, Nr. 7, 2. Februar, Nr. 8, 5. Februar) bis jedenfalls zum Ende des Februar. Aber schon am 7. März (Nr. 3) zeigte sich der neue Frühlingshaarwechsel überall in vollem Gange, ebenso am 9. März (Nr. 9). Bis zur vollständigen Verdrängung des alten Winter-Haarkleides vergeht aber noch der ganze März (Nr. 10 vom 19. März hat noch Kolbenhaare des Winters). Erst das Thier vom 21. April (Nr. 11) zeigt das volle Sommerkleid, aber bereits im Zustande des Kolbenhaares. Es wird also wohl der Haarwechsel in der ersten Hälfte des April vollständig abgelaufen sein, sodass bereits mit der zweiten Hälfte dieses Monats die neuen Sommerhaare in das Stadium des Kolbenhaares eingetreten sind (Nr. 4, 29. April). Der Kolbenhaarzustand ist auch während des ganzen Sommers bis in den September hinein der vorherrschende (12, 13 von Anfang Juli, 14, 15 von Anfang September), doch finden sich zerstreut Anlagen pigmentirter neuer Härchen (12, 2. Juli, 14, 8. September), spärlich bei dem Juli-Exemplar, reichlicher bei dem Thier vom 8. September und in ganz ähnlicher Weise, wie beim letzteren, auch bei dem zeitlich unbestimmten Sommerexemplar, sodass dies vermuthlich auch aus dem September stammt. Jedenfalls persistirt im Sommer ein grosser Theil der Kolbenhaare, die im Frühling entstanden sind. Der Haarwechsel, welcher besonders gegen Ende des Sommers (September) constatirt werden kann, ist ein partieller oder disseminirter, der bald hier

bald da ein altes Haar wegnimmt und ein junges an seine Stelle treten lässt.

Was ferner den Zustand der Haarwurzeln betrifft, so fand ich ausschliesslich Kolbenhaare in den Monaten December, Januar und Februar, ferner wieder im April. Im November und März finden sich alte Kolbenhaare und junge rasch wachsende Papillenhaare. Nur sind erstere im November farbig, im März farblos, letztere umgekehrt im November farblos, im März farbig. Das eigentliche Winterkleid ist demnach durch den Kolbenzustand seiner Haare ausgezeichnet, die sämmtlich einer einzigen im November erzeugten Generation angehören und folglich eine individuelle Existenz von 4 Monaten führen, da sie erst im März durch das neu hervorsprossende Sommerhaar nach und nach eliminirt werden. Im März bestehen dann für mehrere Wochen 2 Generationen neben einander. Anfang April ist die alte Winter-Generation eliminirt und nun besteht wiederum nur eine Generation im Kolbenzustand. Auch während des Sommers findet sich fast ausschliesslich der Kolbenzustand der Haarwurzeln. Es treten aber zerstreut, besonders im September, junge farbige Papillenhaare auf.

In derselben Weise wie am Rücken gestaltet sich der Haarwechsel am Kopf, Bauch und vermuthlich auch im Gebiet der Schwanzwurzel und Extremitäten, die ich nicht besonders untersucht habe.

2) Schwarze Schwanzspitze.

Der Haarwechsel im Gebiet der schwarzen Schwanzspitze läuft zeitlich in etwas anderer Weise ab, als der des Rückens. Schon gegen Ende des Sommers (Nr. 14, 3. September) sehen wir unter den Kolbenwurzeln der alten Sommerhaar-Generation neue Papillenhaare hervorspriessen, sodass zu dieser Zeit zwei Generationen bestehen. Diese Papillenhaare sind dann im November (Nr. 2, 24. November) der ausschliessliche Bestand. Im Laufe des Winters überwiegen die Kolbenhaare, schon vom 16. December (Nr. 5) an. Im März und April (Nr. 3 und 4) sind sämmtliche Haare in den Kolbenzustand übergegangen. Nun findet sich in meinem Material eine Lücke, welche vom 29. April (Nr. 4) bis zum 2. Juli (Nr. 12) reicht. Bei letzterem Thier und bei dem vom 5. Juli fand ich abermals nur Papillenhaare, die also in der Zwischenzeit, im Mai oder Juni entstanden sein müssen. So folgt mit Nothwendigkeit aus meinen Befunden ein zweiter Haarwechsel im Mai oder Juni, während der zuerst erwähnte schon wieder im September auftritt. Nun fanden wir für den Rücken den Frühlingshaarwechsel schon im März, den Herbsthaarwechsel erst im November; jener geht also etwa 2 Monate dem der schwarzen Schwanzspitze voraus, dieser

erfolgt am Rücken etwa 2 Monate später, als am Schwanz. Daraus folgt, dass die Sommer-Generation der schwarzen Schwanzhaare eine kürzere Existenz besitzt, als die Winter-Generation, erstere vom Mai bis September (etwa 5 Monate), letztere vom September bis Mai (etwa 7 Monate). Wir dürfen dann aber erwarten, dass auch der Papillenzustand der braunen Schwanz-Borstenhaare im Sommer ein zeitlich kürzerer ist, als im Winter. Aus meinem Material ergiebt sich, wenn wir den Frühlingshaarwechsel hier in den Mai setzen, dass höchstens bis August dieser Papillenzustand reicht, da die Haare dieser Generation schon Anfang September sämmtlich Kolbenhaare sind, also in maximo 4 Monate. Wahrscheinlich ist aber diese Zahl auf 3 Monate herabzumindern. Die im Anfang des September neu gebildeten Papillenhaare finden sich nun theilweise noch am 2. Februar, sodass hier eine längere Lebensdauer der Haare im Papillenzustande vorliegt, nämlich etwa 5 Monate. Wir finden in Uebereinstimmung damit, dass die Borstenhaare des schwarzen Schwanzgebietes im Sommer nur eine viel geringere Länge erreichen, als im Winter. Wie aus der Uebersicht auf S. 502 hervorgeht, werden die Winterhaare an der Schwanzspitze häufig doppelt so lang als die Sommerhaare. Wenn wir uns, worauf ich unten zurückkomme, der Ansicht anschliessen, dass das Haar nur so lange wächst, als es im Zustande des Papillenhaares sich befindet, so ist diese Längendifferenz sofort verständlich, denn dieser Zustand hat im Sommer eine kürzere Zeitdauer als im Winter.

Die mit den Borstenhaaren Gruppen bildenden Flaumhaare der Schwanzspitze folgen, obwohl sie denselben Bau besitzen wie die des Rückens und Bauches, in ihren Entwicklungsphasen nicht letzteren, sondern den groben Borstenhaaren des Schwanzes. Sie machen ferner, ebenso wenig wie letztere, einen Farbenwechsel durch. Die Pigmentirungsbefunde im Gebiet der schwarzen Schwanzspitze werden unten im Zusammenhang eine Besprechung finden.

3) Spürhaare der Oberlippe.

Ueberblickt man die auf S. 529 mitgetheilte allerdings nicht vollständige Untersuchungsreihe, so sieht man, dass die Spürhaare keinesfalls einem regelmässig periodischen totalen Haarwechsel unterworfen sind, wie er besonders klar für die Rücken- und Bauchhaut sich nachweisen liess. Zu allen Zeiten kommen hier Papillen- und Kolbenhaare neben einander vor, nur der Sommer scheint durch Vorherrschen der Papillenhaare charakterisirt zu sein. Dass ich im November nur Kolbenhaare registriren konnte, ist vielleicht rein zufällig, durch die geringe Zahl der untersuchten Haare bedingt; wenigstens sind noch am 16. December mindestens soviel Papillenhaare oder deren erste Ablösungs-

stadien vorhanden, als Kolbenhaare, und es fehlen die Papillenhaare trotz des Vorherrschens der Kolbenhaare während des ganzen Winters nicht, nehmen aber auch noch nicht im April zu. Man muss also wohl annehmen, dass die langen dicken Spürhaare auf deren feineren Bau ich hier nicht eingehen will, zu sehr verschiedenen Zeiten einzeln gewechselt werden, ganz unabhängig von dem rhythmischen Haarwechsel des grösseren Theiles des Haarkleides. Ja es ist anzunehmen, dass sie eine längere individuelle Lebenszeit besitzen, als die des Rumpfes. Zu einer Sicherheit bin ich allerdings in diesem Punkte nicht gelangt, da ich zunächst nur beiläufig die Spürhaare mit in den Bereich meiner Untersuchungen gezogen habe. Für eine genaue Untersuchung ihres Haarwechsels würde es nöthig sein, nur die Spürhaare identischer Lokalitäten in den verschiedenen Jahreszeiten mit einander zu vergleichen, was durch genaue Abzählung der Reihen der Spürhaare und der letzteren innerhalb einer Reihe leicht zu ermöglichen ist.

4) Allgemeines.

Durch meine Untersuchungen ist nachgewiesen, dass beim Hermelin zweimal im Jahre, nämlich im Herbst und Frühling ein totaler Wechsel der Mehrzahl der Haare vorkommt, nämlich der Haare des Rückens und Bauches, des Kopfes und jedenfalls wohl auch der Extremitäten und Schwanzwurzel. Dieser zweimalige Haarwechsel scheint nach den früher citirten Angaben BACHMANN's jedenfalls für die Mehrzahl der wild lebenden Thiere der nördlichen Klimate angenommen werden zu müssen. Es wird mittelst der von mir angegebenen Macerations-Methode sehr leicht sein, umfassende Studien über den Haarwechsel der verschiedenen Säugethiere anzustellen, indem man die Haut der betreffenden Thiere in den verschiedensten Jahreszeiten untersucht. Von grösstem Interesse wird es dann sein, die Säugethiere südlicher Klimate in Bezug auf den Haarwechsel mit den nordischen Thieren zu vergleichen, da sich jedenfalls zeitliche Differenzen im Auftreten des Haarwechsels ergeben werden, die willkommene Anhaltspunkte darbieten für die Beurtheilung des Einflusses des Klimas auf den Haarwechsel. Bei diesen Untersuchungen ist aber stets im Auge zu behalten, dass jener zweimalige totale Haarwechsel nur für das allgemeine gleichartige Haarkleid des Körpers seine Gültigkeit hat, in zeitlich modificirter Weise auch für das Gebiet der mit Borstenhaaren ausgestatteten Schwanzspitze. Noch weiter specialisirte Haare, wie die Spürhaare der Schnauze richten sich in ihrem Wechsel nicht nach dem allgemeinen Körper-Haarwechsel; die Spürhaare scheinen vorzugsweise im Sommer zu wechseln, zeigen aber einzelne Papillenhaare auch zu allen übrigen Zeiten des Jahres.

Vergleichen wir mit diesen positiven Befunden über den Haarwechsel des Hermelins, was in der Literatur über Haarwechsel bei Säugethieren bekannt ist. Man hätte alles Recht bei dieser Vergleichung auch die zeitlichen Verhältnisse des Federwechsels der Vögel, der Häutung bei den Reptilien zu berücksichtigen. Ich möchte keinesfalls, wie dies BREHM thut (10 S. 29), die Mauser der Vögel als mit dem Haarwechsel der Säugethiere nicht vergleichbar ansehen, sondern in dieser Beziehung auf die schon öfter citirte Schrift BACHMANN's (5) verweisen, der eine zweimalige Mauser, eine Frühlings- und Herbst-Mauser für eine grosse Anzahl von Vögeln mit aller Sicherheit nachgewiesen hat. Es ist aber zweckmässiger, die Vergleichung nicht gleich von vornherein zu weit auszudehnen, und deshalb beschränke ich mich hier auf das Haarkleid der Säugethiere. Sehen wir hier vom ersten allgemeinen Haarwechsel ab, der ja bekanntlich beim Menschen erst nach der Geburt vollständig abgelaufen ist, so haben wir für die spätere Zeit, für den erwachsenen Zustand nur sehr wenige zusammenhängende und sich z. Theil widersprechende Nachrichten.

BREHM (10 S. 29) sagt: „nicht alle, aber doch viele Säugethiere wechseln alljährlich ihr Kleid.“ „Eine doppelte Härung, d. h. ein vollständiges Wechseln des Kleides im Frühling und Herbst, findet meines Wissens bei keinem Säugethiere statt.“ BREHM nimmt vielmehr nur einen Hauptwechsel im Frühling an. Es sollen im Frühling die alten Grannen- und Flaumhaare des Winters ausfallen und zunächst nur neue Grannenhaare hervorsprossen; „bald darauf,“ so sagt er weiter, „beginnt das Nachwachsen der Wollhaare, deren raschere Entwickelung jedoch erst später im Jahre erfolgt. Es besteht daher das Sommerkleid der Säugethiere höherer Breitengrade und Gebirgsgürtel überwiegend aus Grannenhaaren, während im Winterkleide die Wollhaare vorherrschen, erstere mit dem Beginn der kalten Jahreszeit wohl auch gänzlich wieder ausfallen können.“ So soll bei unseren Hochwildarten nach BREHM das Haarkleid im Sommer aus Grannen- und wenigen hier eigenthümlich veränderten Wollhaaren bestehen, im Winter fast ausschliesslich aus letzteren. Im wesentlichen dieselbe Auffassung findet sich auch noch in der neuesten nach BREHM's Tode von PECHUEL-LÖSCHE herausgegebenen Auflage von BREHM's Thierleben (Theil I. S. 25 u. 26); aber eine bemerkenswerthe Angabe tritt als neu hinzu: „Auch bei den Affen, insbesondere bei den Menschenaffen habe ich keine innerhalb einer bestimmten, regelmässig wiederkehrenden Frist vor sich gehende Härung, vielmehr nur ein allmähliges Nachwachsen der Haare bemerkt, und möglicherweise giebt es noch viele in den Wendekreisländern lebende Säugethiere, bei denen es sich ebenso verhält.“

Für das Hermelin sind nun die Angaben BREHM's jedenfalls unrichtig, da ja auch ein totaler Haarwechsel im Herbst von mir konsta-

tirt worden ist. Es ist ferner für das Hermelin nicht richtig, dass im Sommer vorzugsweise Grannenhaare, im Winter Wollhaare existiren. Wir haben vielmehr gesehen, dass beide Arten sowohl im Herbst wie im Frühling einen totalen Wechsel erfahren. BACHMANN's Beobachtungen ergaben mit Sicherheit ferner einen zweimaligen totalen Haarwechsel (im Frühling und Herbst) für Lepus virginianus und Lepus palustris, während er für Cervus virginianus allerdings nur mit Sicherheit einen Frühlingshaarwechsel constatiren konnte.

Wie wenig Sicherheit unter den Zoologen auf diesem Gebiete des zeitlichen Eintretens des Haarwechsels herrscht, ersieht man ferner daraus, dass andere Forscher im Gegensatz zu BREHM gerade im Herbst einen allgemeinen Haarwechsel annehmen. Milne Edwards' (61. p. 34 u. 35) Aeusserung „Cette mue se fait d'une manière périodique chez beaucoup de mammifères, qui, en automne, acquièrent des poils longs et touffus, mes les perdent au commencement de l'été" lässt sich allerdings nicht mit Sicherheit auf einen ausschliesslichen Wechsel im Herbst deuten. Dagegen sagt GIEBEL (28, S. 47) ganz unzweideutig das Gegentheil von BREHM: „Wie die Amphibien sich häuten, die Vögel ihr Federkleid durch die Mauser wechseln, so rauhen sich die Säugethiere, indem sie ihr leichtes dünnes Sommerkleid für den Winter mit einem dichten und besser wärmenden Pelze vertauschen." Aehnlich äussert sich v. NATHUSIUS-KÖNIGSBORN (66, S. 40) über den Haarwechsel bei Ziegen, wilden Schafarten und wahrscheinlich auch Hirscharten; nach seiner Meinung sprosst hier der feine unter dem Haar befindliche Flaum nur „im Herbst hervor und fehlt im Sommer, sodass er nur einem einmaligen Wechsel erliegt."

Für einen zweimaligen Haarwechsel (im Frühjahr und Herbst) bei den wildlebenden Thieren spricht sich BONNET (8, S. 424) aus. Auch v. NATHUSIUS-KÖNIGSBORN (66, S. 40) sagt: „Man nimmt an, dass bei in der Freiheit lebenden Thieren diejenigen Haare, die einem periodischen Wechsel unterliegen, wenigstens in den gemässigten Klimaten jährlich zweimal, im Herbst und Frühjahr gewechselt werden." Nach KÖLLIKER (43, S. 241) ist „bei den Säugethieren der Haarwechsel ein periodischer und fällt mit dem Wechsel der Jahreszeiten zusammen." Noch kürzer spricht WALDEYER (104, S. 31) von einem periodischen Haarwechsel der Thiere, ohne Angaben über die Jahreszeiten, in denen er stattfindet, zu machen.

Aus obiger Zusammenstellung, die indessen auf Vollständigkeit keinen Anspruch erhebt, geht hervor, dass bei den vielen Widersprüchen weitere Untersuchungen über den Haarwechsel wildlebender Thiere sehr erwünscht sein müssen. Mit Hilfe der von mir angegebenen Methode wird es sehr leicht sein, bald ein hinreichendes Material,

welches eine Verallgemeinerung der Einzelbefunde rechtfertigt, zusammen zu bringen, Ich möchte mich indessen auch jetzt schon dahin neigen, anzunehmen, dass ein solcher zweimaliger totaler Haarwechsel (im Frühjahr und Herbst) für die Mehrzahl der wild lebenden Säugethiere die Regel sein dürfte, allerdings mit dem wichtigen Zusatz: „nur für das allgemeine gleichmässige Haarkleid des Körpers (Flaum- und Grannenhaare), nicht aber für die specialisirten Haarformen (z. B. Spürhaare).“ Diese wechseln einzeln zu den verschiedensten Jahreszeiten. Hier berühren sich meine Angaben mit denen von NATHUSIUS (66, S. 41) über den Haarwechsel domesticirter Thiere. Nach diesem Beobachter sind Haare, wie die Schweif- und Mähnenhaare beim Pferd, ferner die Haare in der Schweifquaste des Rindes, die Borsten des Hausschweines keinem periodischen Wechsel unterworfen. Er sagt ferner (S. 40): „Man nimmt ferner an, dass bei den Hausthieren, je nach der Pflege und Haltung der Haarwechsel aufhört ein auf enge Perioden begrenzter zu sein und z. B. bei sorgfältig unter Decken und bei gleicher Stalltemperatur gehaltenen Pferden einen fasst gleichmässigen Verlauf hat. Nie aber findet der Wechsel in der Art statt, dass er bei den verschiedenen Haaren derselben Haut ganz gleichzeitig ist.“ Er macht sodann auf die grossen Verschiedenheiten aufmerksam, welche im Haarwechsel bei den verschiedenen Schafracen bestehen. Allerdings enthält die folgende Darstellung einzelne widersprechende Angaben; so steht S. 41 „Welche Haare auch bei den Culturschafen (Merinos, Southdown, Leicester) einem periodischen Wechsel unterliegen, wage ich nicht zu entscheiden.“ S. 43 wird ausgesagt: „Derartige Untersuchungen haben mir das Resultat ergeben, dass allerdings von einem Haarwechsel, wie z. B. bei Rindern und Pferden, bei keinem Culturschaf die Rede sein kann, der Regel nach der grösste Theil der Haare des Fliesses während der ganzen Lebensdauer des Schafes keinem Wechsel unterworfen ist.“ Endlich „die langwolligen englischen Schafe dürften zu denjenigen gehören, die einen kaum merklichen Haarwechsel haben, während er sich beim Southdown ziemlich auffallend zeigt.“ BONNET (8, S. 423) entnehme ich die Angabe, dass, „während einzelne Haargruppen, z. B. die Haare der Mähne und des Schweifes nicht gewechselt zu werden scheinen (FRANCK) und immer weiter wachsen sollen, an anderen Haaren (den Sinushaaren, der Schweifquaste, den Borsten, vielleicht auch der Wolle der Culturschafe) ein continuirlicher Verlust und Ersatz einzelner Haare stattfindet.“

Man sieht, auch auf diesem Gebiet der domesticirten Thiere besteht keine Uebereinstimmung. Soviel scheint aber aus den mitgetheilten Thatsachen hervorzugehn, dass die Domestication die Periodicität des Haarwechsels verwischt, Unregelmässigkeiten desselben hervorruft, die bis zum vollständigen Fehlen des Haarwechsels an ver-

schiedenen Stellen führen zu können scheinen (v. NATHUSIUS). Es liegt nun nahe, einen ähnlichen Einfluss, wie ihn die Domestikation bei den Culturracen der Thiere erzeugt, auch beim Menschen anzunehmen und daraus die Eigenthümlichkeiten zu erklären, welche der Haarwechsel des Menschen nach den wenigen bis jetzt vorliegenden Untersuchungen in seinem zeitlichen Auftreten erkennen lässt. Nach der gewöhnlichen Meinung (KÖLLIKER 43, WALDEYER 104) soll nur einmal gegen Ende des Fötallebens ein totaler Haarwechsel vorkommen und „ist in späteren Zeiten nur ausnahmsweise ein regelrechter Wechsel zu finden" (KÖLLIKER 43, S. 241). Durchmustert man aber die Angaben über den Haarwechsel beim Menschen, so ergiebt sich, dass dieselben sich eigentlich nur auf das Kopfhaar, einige wenige auf die Haare der Augenlider beziehen. Die letzteren (DONDERS 15, S. 286 ff. MOLL 64, S. 149 ff.) verdienen hier besonders hervorgehoben zu werden, weil sie über die Lebensdauer der betreffenden Haare Bestimmtes aussagen und über die Geschwindigkeit des Wachsthums. Für das obere Lid fanden DONDERS und MOLL eine Lebensdauer von etwa 150 Tagen, für die kürzeren Haare des unteren Lides von 100 Tagen. Stets ist der Wechsel, wie bekannt, hier ein partieller, indem bald dies, bald jenes Haar ausfällt, um durch ein neues ersetzt zu werden. Es liesse sich die Art dieses Haarwechsels also recht wohl mit der der Spürhaare vergleichen. Ich möchte einen solchen Haarwechsel im Gegensatz zum totalen als partiellen oder disseminirten bezeichnen. In Betreff der Geschwindigkeit des Wachsthums theilen DONDERS und MOLL mit, dass die jungen Cilien in 3 Wochen die Länge von 4,5 mm, in 4 Wochen von 5,75 mm, in $5^1/_2$ Wochen 7 mm, in $7^1/_2$ Wochen 8,75 mm und in 20 Wochen 11 mm erreichen. Wenn die Verfasser dies aber als ein rasches Wachsthum bezeichnen, so kann ich dem nicht beistimmen, denn ich werde unten zeigen, dass beim Hermelin die definitive Länge der Haare (10—12 mm) in höchstens 4 Wochen erreicht wird. Ein solcher disseminirter Haarwechsel ist nun zweifelsohne auch für das Kopfhaar anzunehmen, allerdings mit viel längerer Lebensdauer der einzelnen Haare, welche letztere von PINCUS (73) auf 2—4 Jahre geschätzt wird. In Betreff des übrigen menschlichen Haarkleides scheinen positive Angaben über einen Haarwechsel vollständig zu fehlen. Doch entnehme ich LANGER (46, S. 6) folgende Notiz: „Ein regelmässiger Haarwechsel beim Menschen wird wohl bezüglich seines Haupt- und Barthaares gänzlich vermisst, und nur vom übrigen Körperhaare berichtet LEEUWENHOEK (48, p. 35), dass er alle Frühjahr seine dichte Behaarung verlor." Ich habe diese merkwürdige Stelle bei LEEUWENHOEK nachgesehen und theile sie hier mit: „corpus meum supra modum crinibus est consertum, qui mihi non soli tempore verno omnes (excepto capillo et barba) profluunt, sed omnibus hominibus crines suos, per totum corpus dispersos, singulis annis defluere".

Ueberblickt man nun die im Vorigen mitgetheilten Angaben in der Literatur über den Haarwechsel, so sieht man, dass im allgemeinen diejenigen, welche ich spezialisirte Haare genannt habe, sich durch einen unregelmässigen partiellen (disseminirten) Haarwechsel auszeichnen, die beiden Jahreszeit-Perioden nicht mehr erkennen lassen. Ich möchte zu diesen specialisirten Haaren aber auch die Kopfhaare des Menschen im Gegensatz zum Lanugo rechnen. Es ist dann sofort ersichtlich, dass im Allgemeinen längere und dickere Haare eine längere Lebenszeit haben. Sollen sie eine grössere Länge erreichen, wie das übrige Körperhaar, so bedürfen sie längerer Zeit, dürfen also nicht in denselben kurzen Intervallen gewechselt werden, wie die gewöhnlichen viel kürzeren Körperhaare. Einen ähnlichen Gedanken finde ich bei MOLL (64 p. 155—156). Er sagt: „Wenn die Haare an der einen Körperstelle kürzer, an der anderen länger sind, so hängt dies höchstwahrscheinlich nur von der kürzeren oder längeren Lebensdauer eines jeden Haares ab.“ Aber allgemeingültig ist dieser Satz nicht; denn die kurzen Grannen- und Flaumhaare der schwarzen Schwanzspitze zeigen dieselben Perioden des Haarwechsels, wie die langen schwarzen Haare dieser Gegend, während allerdings die zwischen den Sprühaaren stehenden kleinen Kopfhaare sich anders wie die Spürhaare verhalten, eine doppelte Periode des Haarwechsels wie die Haare des übrigen Körpers zeigen, nur mit einigen Unregelmässigkeiten.

Eine weitere Verfolgung dieser Verschiedenheiten des Haarwechsels an verschiedenen Körperstellen bei verschiedenen Thieren, wilden und domesticirten und in verschiedenen Klimaten dürfte uns den Weg bahnen, den Bedingungen des Haarwechsels näher zu kommen, die Ursachen des Haarwechsels zu ermitteln. In Betreff des Einflusses des Klimas auf Zeit des Haarwechsels und Haarwuchs werde ich unten Einiges beibringen.

Es ist hier der Ort noch auf eine weitere den Haarwechsel betreffende Frage kurz nach Maassgabe des vorliegenden Materials einzugehen, nämlich auf die, ob das neue Haar auf der alten Papille entsteht oder auf einer neugebildeten. Mir ergaben hier Schnitte durch die Wurzeln der grossen Borstenhaare des Schwanzes Resultate, die mir geeignet scheinen, die auf diesem Gebiet bestehenden Widersprüche zu lösen. Bei dem Thiere vom 7. März endigt der sich an die Kolbenwurzel des alten Haares stumpfwinklig anschliessende Epithelstrang mit eigenthümlich gestalteter convexer Grenzfläche an der Stelle, wo wir beim Papillenhaar eine frei hervortretende Papille zu erwarten hätten (Fig. 8). Eine frei hervortretende Papille existirt hier also nicht, sondern nur das auf dem Längsschnitt halbmondförmig gestaltete Basalgebiet, welches GARCIA (27) als Papillenhalbmond bezeichnet hat und für welches ich den Namen „Papillensockel“

vorschlage. Derselbe bietet dem Epithelstrange zur Auflagerung eine leicht concave Fläche dar, auf welcher der epitheliale Strang mit einer Cylinderzellenschicht endigt. Der Papillensockel selbst aber besteht aus dicht neben einander gelagerten Bindegewebszellen von embryonalem Charakter mit relativ grossem Kern und sehr kleinem Zellkörper, sodass an den Tinctionspräparaten nur sehr schmale helle Zwischenräume zwischen den Kernen bemerkt werden. Seitlich und nach der Oberfläche der Haut zu geht der Papillensockel unmittelbar in die Schichten des bindegewebigen Haarbalgs über. Im Allgemeinen entspricht also dieser Zustand der „Papille“ dem, welcher bei der allerersten Entwicklung der Haare vorkommt. Ich verweise in dieser Beziehung unter anderen auf die in den Arbeiten von FEIERTAG (21 Fig. 3—7), STICKER (95 Fig. 2) und ganz kürzlich von MAURER (54) mitgetheilten Abbildungen. Bei der ersten Entwicklung der Haare geht der Ausbildung der Haarpapille jedesmal ein Stadium voraus, in welchem ein kernreiches Gewebe von halbmondförmigem Durchschnitt, das sich seitlich nach oben in die Propria des bindegewebigen Haarbalgs fortsetzt, in seiner Concavität das convexe Ende des epithelialen Haarkeims aufnimmt. Auch ist in allen diesen Fällen die Stellung der dem Bindegewebe benachbarten Zellen des Stratum Malpighii am kolbigen Ende des epithelialen Haarkeims dieselbe wie in meinem Präparat Fig. 8. Beim Haarwechsel des Hermelins findet nun, wie gesagt eine vollständige Rückbildung der Papille bis auf das Stadium des Papillensockels statt. Das Gleiche giebt SCHULIN in einer Untersuchungsreihe über den Haarwechsel an der Bauchhaut des Ochsen an (89 Fig. 15—17). Auch hier schwindet die Papille bis auf den Papillensockel. Nun konnte aber weder SCHULIN, noch neuerdings GARCIA beim Menschen einen vollständigen Schwund der Papille beobachten. Ich glaube, dass durch die Untersuchungen des Letzteren der Nachweis sicher geliefert ist, dass beim Menschen die alte Papille als solche persistirt, wenn auch in ansehnlich verkleinertem Zustande. Hier scheint also ein Widerspruch zu liegen. Man könnte daraus ein Argument zu Gunsten der von STIEDA (96, 97) aufgestellten Ansicht zu finden glauben, dass die alte Papille zu Grunde gehe und eine vollkommen neue sich bilde. Ich glaube, dass sich die Schwierigkeiten in dieser viel umstrittenen Frage in natürlichster Weise lösen lassen. STIEDA'S Aussagen stützen sich ebenfalls hauptsächlich auf Säugethiere. Er untersuchte Pferd und Rennthier. Meine Untersuchungen am Hermelin haben ergeben, dass im Rückengebiet sowohl wie im Schwanzgebiet ein zweimaliger totaler Haarwechsel, wenn auch in beiden Localitäten zu verschiedenen Zeiten, vorkommt, dass nach Ablauf desselben alle Haare einer bestimmten Strecke ungefähr gleichzeitig in das Kolbenstadium übergehen; dies hat dann wieder zur Folge, dass die tiefen Schichten der Cutis in Folge der elastischen Retraction der vorher

gespannten elastischen Fasern auf ein viel geringeres Volumen sich zusammenziehen; wie unten S. 551 noch ausführlicher erörtert werden wird. Diese Retraction betrifft aber kaum die Flächenausdehnung der Haut, dagegen sehr ergiebig die Tiefendimension (vergl. Fig. 18 mit Fig. 22). Es ist nun leicht verständlich, dass, wenn der epitheliale Wachthumsdruck aufhört, in Folge der elastischen Retraction des umgebenden Bindegewebes die Papille zum Verstreichen gebracht werden kann. Die Papille wird gewissermassen in das Papillenpolster (Papillenhalbmond) aufgenommen, das nun seinerseits gegenüber dem Papillenpolster frei hervortretender Haarpapillen bedeutend verdickt sein muss. Diese Verdickung ist in der That nachzuweisen, wie aus einer Betrachtung meiner Fig. 8c hervorgeht, ferner aus einer Vergleichung von SCHULIN'S Fig. 17 mit dessen Fig. 14 deutlich wird. Das Papillenpolster unter dem Epithelfortsatz der alten Kolbenhaare entspricht also dem Papillensockel plus der Papille des Papillenhaares. FLEMMING (24) hat nachgewiesen, dass es besonders die tiefen Zellenschichten des epithelialen Haarbalgs sind, welche unter zahlreichen mitotischen Theilungen proliferiren. Es ist klar, dass beim Wiederbeginn dieses Vorganges als Einleitung zur Bildung eines Ersatzhaares der epitheliale Wachsthumsdruck auch wiederum auf das angrenzende Bindegewebe wirken muss. Da nun die stark verdickte Mitte des Papillenpolsters einen ungleich stärkeren Widerstand bietet, als der Rand desselben, so wird von diesem Rande her allmählig eine Umwachsung des centralen Theiles des Papillenpolsters stattfinden und dieser somit wieder zur Papille umgeformt werden. Meine Figuren 7, 6, 9 und 8 stellen in dieser Reihenfolge die allmählige Verstreichung der Papille unter den Kolbenhaaren dar. So möchte ich diesen Vorgang lieber bezeichnen, als mit dem Namen „Schwund der Papille"; denn vom Papillengewebe verschwindet nichts und bildet sich die neue Erhebung stets an derselben Stelle, wie die alte, ist nichts weiter wie die alte wiederum durch Umwachsung als freie Erhebung neu geformte. Nach STIEDA'S Meinung dagegen verschwindet die alte Papille, es bildet sich ein neuer Epithelfortsatz, der eine neue Papille, also an ganz andere Stelle, erhält. Genauere Untersuchungen über die Anordnung des elastischen Gewebes der Haut an dieser Stelle werden das Mechanische dieses Vorganges weiter aufzuhellen geeignet sein. — Weshalb kommt es nun aber beim Menschen nicht zu einem vollständigen Verstreichender Papille? Es kann hier nicht einmal beim ersten Haarwechsel eine Verdünnung der Cutis beobachtet werden, weil erstlich dieser Haarwechsel nicht an allen Haaren einer Strecke gleichzeitig erfolgt und zweitens, weil er an einem wachsenden Organ stattfindet. Dadurch ist die elastische Retraction der Cutis behindert; sie kommt nur noch in einer ansehnlichen Volumverminderung der Haarpapille zum Ausdruck.

Es geht aus diesen Ausführungen hervor, dass sich beim Menschen sowohl als bei den untersuchten Thieren das neue Haar nicht auf neuer Papille entwickelt, sondern an derselben Stelle, an welcher das alte Haar eine Papille umfasste, auf demselben Material, das entweder bis auf den Papillensockel verstreichen kann oder sich auch in Form einer wohl abgesetzten, wenn auch verkleinerten Papille erhält.

Farbenwechsel.

Ich kann mich hier sehr kurz fassen. Der auffallende zweimalige Farbenwechsel des Hermelins findet nicht an den alten Haaren statt, sondern an den neugebildeten Haaren der betreffenden Wechselperiode. Im Herbst fallen die pigmentirten Haare an den wiederholt erwähnten Stellen, also im Allgemeinen an der ganzen dorsalen Körperseite aus, um sofort durch junge, vollkommen farblose Härchen ersetzt zu werden, die rasch ihre definitive Länge (15—22 mm) erreichen. Die weisse Winterfarbe kommt also nicht dadurch zu Stande, dass vorhandene Haare abbleichen, sondern dass die Pigmentbildung im grösseren Theile der Haut vom Herbst bis zum Frühling sistirt. Die im Spätherbst (November)*) neu gebildeten Haare enthalten von ihrer ersten Bildung an keine Spur von Pigment (Fig. 12), ebenso wie alle übrigen Theile der Haut. Die gesammte Haut des Hermelins ist während des Winters vollkommen farblos. Eine Ausnahme macht die schwarze Schwanzspitze. Die Haare dieser Gegend wechseln allerdings auch im Herbst, aber an der Schwanzspitze erhält sich während des ganzen Winters die pigmentbildende Function der Haut, ja sie scheint sogar noch gesteigert zu sein, als wenn wir hier gleichsam ein correlatives Verhältniss hätten. Eine zweite Stelle, an der sich während des Winters Pigmentbildung erhält, ist die haarlose Spitze der Nase. Dass aber dies intensiv pigmentirte Gebiet während des Winters eine auffallende Verkleinerung erfahren kann, beweist das Thier vom 18. Januar, in welchem die Färbung nur noch aus einem schmalen, die Nasenlöcher umgebenden Doppelringe besteht.

Naht nun der Frühling, so tritt nicht etwa Pigmentirung an dem alten weissen Winterkleide auf, sondern dies wird vollständig entfernt und durch ein neues pigmentirtes ersetzt. Hier entsteht das Pigment zuerst in der epithelialen Matrix des jungen wachsenden Haares.

---

[1]) Dass im Spätsommer (Anfang September) noch disseminirt in der Rückenhaut pigmentirte Haare gebildet werden, ist nicht beweisend für ein Abbleichen; denn im November ist von ihnen nichts zu sehn, vielmehr überall eine neue Generation farbloser Haare zu finden. Man muss daraus schliessen, dass jene farbigen Papillenhaare des Spätherbstes nur eine kurze Existenz besitzen.

Nirgends aber wird sonst in diesem dem Farbenwechsel unterworfenen Gebiet Pigment gebildet. Die braune Färbung der haarlosen Nasenspitze nimmt wiederum einen grösseren Raum ein. Nur das Gebiet der schwarzen Schwanzspitze zeigt keine grössere Pigment bildende Energie; es scheint im Gegentheil, als habe hier die Kraft der Pigmentbildung etwas abgenommen.

Die Spürhaare treten, wie erwähnt, theils farblos, theils pigmentirt auf; auch bei ihnen finden sich nirgends Uebergänge, welche an ein Abbleichen oder an ein Entstehen von Pigment in fertigen Haaren denken liessen.

Verschiedenheiten von Winter- und Sommerkleid. Einfluss des Klima.

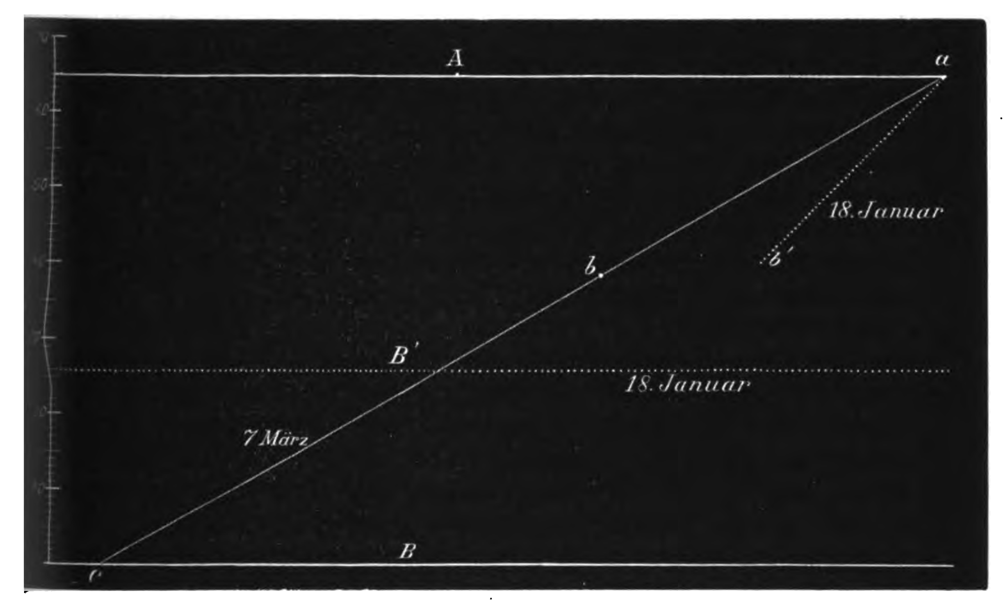
Bekannt ist, dass man dem Winterkleid der nordischen Säugethiere eine grössere Dichte des Pelzes zuschreibt. Die technische Seite der Frage und ihre Literatur soll hier nicht berührt werden; ich beschränke mich vielmehr auf die Mittheilung zweier Literatur-Angaben, die eine Meinung über die rein anatomische Seite der Frage enthalten. Nach Brehm (11) würde das Sommerkleid der betr. Säugethiere überwiegend aus Grannenhaaren bestehen, während im Winter die Wollhaare nachwachsen. Aehnlich meint Bonnet (8 S. 424), „dass beim Herbsthaarwechsel die Thiere zum Sommerdeckhaar noch eine Menge weicher meist markloser Haare erhalten, wobei aber auch eine Menge alter Haare ausfällt und durch neue ersetzt wird (Pferd). Im Frühjahr fällt das Winterflaumhaar völlig, das alte straffe Deckhaar theilweise aus.“

Aus meinen Untersuchungen geht für das Hermelin aber unzweifelhaft hervor, dass Deck- und Wollhaare (= Grannen- und Flaumhaare) zusammen im Frühling sowohl als im Herbst gewechselt werden, dass das Winter-Hermelin nach dem Ausstossen des Sommerkleides keine grössere Anzahl von Haaren besitzt, als das Frühlings-Hermelin vom 29. April, das ebenfalls das alte Winterkleid vollständig verloren hatte. Beide besitzen nur e i n e Generation von Haaren, und zwar sowohl Flaum- als Grannenhaare in ganz analoger Anordnung und Vertheilung. Dagegen ist der Pelz des Hermelins in den eigentlichen Haarwechsel-Perioden am dichtesten, da er zwei Generationen, also die doppelte Anzahl von Haaren enthält. Dies Verhalten kommt an Schnitten vortrefflich zum Ausdruck. Quer- und Längsschnitte durch die in der Haut steckenden Theile der Haare beim Hermelin vom 7. März (Fig. 18) einerseits, vom 18. Januar (Fig. 22) und 29. April (Fig. 23) andererseits zeigen, wie in letzteren beiden Fällen die Cutis so zu sagen

verödet erscheint, da sie nur noch eine Generation von Haaren einschliesst, nämlich Kolbenhaare, die mit ihren Wurzeln aber nur bis an die innere Grenze der Talgdrüsenzone herab reichen. Die Längsschnitte sind möglichst parallel der Spaltbarkeitsrichtung der Cutis d. h. parallel den Haarwurzelebenen gelegt und zeigen viele Haare der ganzen Länge nach getroffen. In dem Längsschnitt durch die Haut des Thieres vom 7. März (Fig. 18) mit neugebildeten jungen braunen Papillenhaaren reichen die Haarbälge mit ihren basalen Enden bis in ganz geringe Entfernung von der Schicht quergestreifter Hautmuskeln; oft ist zwischen beiden nur eine ganz geringe Schicht Bindegewebe vorhanden. Ueberdies sind die längsgeschnittenen Haargruppen mächtig in der Breite entfaltet, sodass Haargruppe an Haargruppe dicht angrenzt. Weniger deutlich wie an den Isolationspräparaten sieht man, dass die alten farblosen Winterhaare in der Höhe der Talgdrüsen aufhören. Es ragen also die jungen Haarbälge und Wurzelscheiden der neuen Papillenhaare weit über sie in die Tiefe hinab. Der Abstand der Wurzelenden der Kolbenhaare von der Oberfläche der Haut beträgt in der Richtung der Haare gemessen 520 μ, dagegen direkt zur nächsten Stelle der Oberfläche 260 μ; für die jungen Papillenhaare sind die entsprechenden Abstände 1300 μ bezw. 650 μ. Die Entfernung der Wurzelenden der Papillenhaare von denen der Kolbenhaare ist 600—700 μ. Die gesammte Dicke der Haut von der Muskelschicht zur Epidermisgrenze misst 650 μ, die Dicke der Epidermis nur 13 μ. Es ist hervorzuheben, dass letztere noch über dem dünnen, in den Figuren allein zum Ausdruck kommenden Stratum Malpighii ein zartes, aus kernlosen Schüppchen bestehendes Stratum corneum besitzt. Vergleicht man mit diesem Bilde den Längsschnitt der Haut des Hermelins vom 29. April, welches nur noch die neuen Sommerhaare, aber im Kolbenzustande zeigt (Fig. 23), so fällt vor Allem auf, dass die Haarbälge nur einen relativ kleinen Theil der Schnittfläche erfüllen. Die Kolbenenden der Haarwurzeln liegen in der Talgdrüsenregion; ein 195 μ breiter Abstand trennt sie von der Muskelschicht der Haut, und innerhalb dieser tieferen Bindegewebslage sind lediglich die Wertheim'schen Haarbalgstengel und schmale, die Schweissdrüsen repräsentirende Drüsen-Tubuli zu finden. Der Abstand der Wurzelenden von der Oberfläche der Haut in der Richtung der Haare gemessen beträgt 520—585 μ, der direkte verdikale Abstand 325—390 μ, die gesammte Dicke der Haut an den dicksten Stellen 520—585 μ, an den dazwischen befindlichen Einsenkungen nur 455—520 μ. Zum Verständniss dieser letzteren Angabe bemerke ich, dass bei dem Thier vom 29. April die Oberfläche der Haut an meinen Präparaten starke Vorwölbungen in den zwischen den Haarbalgmündungen gelegenen Gebieten, dagegen starke Einziehungen an der Stelle der Haarbalgmündungen selbst erkennen liess, ein Verhalten, das bei dem Thier vom 7. März mit 2

Generationen von Haaren nicht so stark ausgesprochen ist. Ich werde alsbald auf diese Eigenthümlichkeit näher einzugehen haben.

Ist nun schon der Gegensatz im anatomischen Verhalten des Haarwurzelgebietes zwischen dem Hermelin im Frühlingshaarwachsel (7. März) und dem im vollendeten Sommerkleid (29. April) scharf und deutlich ausgesprochen, so ist dies noch mehr der Fall beim Winter-Hermelin. Unter den verschiedenen mir zur Verfügung stehenden Exemplaren wähle ich das vom 18. Januar aus, als gewissermassen auf der Höhe der Winter-Saison stehend. Da überrascht uns denn abweichend von dem, was wir aus den Angaben über den Winterpelz erwartet hätten, eine auffallende Armuth der Haut an Haarbälgen. Fig. 22, welche bei derselben Vergrösserung wie Fig. 18 und Fig. 23 mittelst des Zeichen-



apparats entworfen wurde, zeigt dieselben weiten Abstände der Haarbälge wie das Hermelin vom 29. April, ähnlich starke Vorbuchtungen der Oberfläche und eine noch geringere Dicke der Haut von der Oberfläche bis zur Muskulatur gemessen, nämlich nur 390 μ (in den Vertiefungen an den Mündungsstellen der Haarbälge 286 μ), von denen 130 auf den direkten vertikalen Abstand der Kolbenhaarenden von der quergestreiften Hautmuskulatur, 260 μ auf den direkten vertikalen Abstand der Kolbenhaarenden von der Oberfläche der Haut zu rechnen sind. Die Länge des innerhalb der Haut befindlichen Theiles der Kolbenhaare betrug 325—351 μ. In beistehender Zeichnung habe ich die auffälligen Unterschiede, welche zwischen der Haut im Stadium des Haarwechsels und der Haut des Winter-Hermelins bestehen, theilweise zur graphischen Darstellung bringen können. Die Linie A be-

deutet für beide Thiere die Oberfläche der Haut, die Linie *B* die Horizontale, welche die am tiefsten herabreichenden Wurzelenden des im Haarwechsel befindlichen Hermelins berührt, unter welcher Linie sich also in geringer Entfernung die Hautmuskellage befindet, sodass man ohne grossen Fehler diese Linie auch als Durchschnittslinie der unteren Grenzfläche der Haut ansehen kann. Mit einer ausgezogenen Linie sind unter *a b* die Kolbenhaare, *a c* die Papillenhaare des Hermelins vom *7. März* in Länge und Stellung eingetragen, während die punktirte Linie *a b'*, Länge und Stellung der allein vorhandenen Kolbenhaare des Winter-Hermelins veranschaulicht, ebenso wie die punktirte Linie *B'*, die untere Hautgrenze dieses Thieres (Hautmuskellage). Man sieht sofort, dass die bei der oben gegebenen Einzel-Beschreibung schon hervorgehobene bedeutende Dicken-Abnahme der Cutis fast ausschliesslich die zwischen Kolbenhaarwurzeln und Hautmuskellage befindliche tiefe Schicht betrifft, und wird darüber keinen Augenblick im Zweifel sein, dass ihre Reduktion sich erklärt aus dem Vorhandensein der zahlreichen elastischen Elemente dieser tiefen Lagen, die mit dem Aufhören der Productivität der Haarbälge und beginnender Ablösung der Papillenhaare bei ihrem Uebergang in den Kolbenhaarzustand sich verkürzen können und somit das an Lymphspalten reiche Bindegewebe auf ein geringeres Volum reduciren, das im reinen Kolbenhaarzustand am geringsten ist. Wird das Epithel wieder productiv, bildet sich eine neue Generation junger Haare im Frühling, so hat der Wachsthumsdruck den Druck dieses elastischen Fasernetzes zu überwinden; wird dann der Wachsthumsdruck grösser, als der letztere, so wird durch die Verlängerung der epithelialen Theile der Haarbälge und Erzeugung neuer Haare innerhalb derselben allmählig die tiefe Lage der Cutis wieder auf ein grösseres Volum ausgedehnt. Dabei verhält sich die äussere Cutislage bis zum Niveau der Talgdrüsen, wie es scheint, passiv. Das Winter-Hermelin vom *18. Januar* zeigt diese Schicht der Cutis in derselben Dicke (260 μ), wie das Hermelin im Haarwechsel; die bedeutendere Dicke dieser Schicht beim Hermelin vom 29. April (325—390 μ) ist vielleicht als individuelle Verschiedenheit aufzufassen. Unter Erwägung aber, dass bei diesem Thier die Oberfläche der Haut jedesmal zwischen den Haarbalgmündungen vorgetrieben, an der Stelle der Haarbalgmündungen selbst aber eingezogen erscheint, liegt auch noch die Deutung nahe, dass mit der elastischen Contraction der tiefen Cutislage nothwendig eine in der Richtung der Hautoberfläche erfolgende Zusammenschiebung der oberen Cutisschicht verbunden sein müsse, die in den Vorwölbungen der freien Oberfläche [1]) ihren sichtbaren Ausdruck

[1]) Dass diese letzteren nicht etwa erst an den herausgeschnittenen Hautstücken durch elastische Retraction entstanden sind, sondern schon präformirt waren, ergiebt sich aus der von mir angewandten Methode, nicht die einzelnen Hautstückchen zu

findet. Vielleicht hängt es auch damit zusammen, dass bei den Thieren mit nur einer und zwar Kolbenhaar-Generation die Haarbälge gerader gegen die Oberfläche gerichtet sind, als bei dem Thier im Haarwechsel mit 2 Generationen von Haaren. Bei unserem Winter-Hermelin (18. Januar) ist trotz der Unebenheiten der äusseren Oberfläche, welche es in derselben Intensität mit dem Thiere vom 29. April theilt, keine Verdickung der äusseren Cutislage nachzuweisen; dieselbe misst, wie beim Thier vom 7. März 260 μ. Ich vermuthe, dass hier nur eine individuelle Verschiedenheit vorliegt. Auch hier fand ich die Haarbälge weniger stark gegen die Oberfläche der Haut geneigt.

Bereits KÖLLIKER (43) und BONNET (7) haben zur Erklärung des Mechanismus der Haarablösung sich auf die Untersuchungen von STIRLING (98 S. 225) gestützt, nach welchen beim Hunde der Haarbalg „von einem aus elastischem Netzwerk gebildeten Korbe überzogen ist." STIRLING weist auch bereits darauf hin, dass aus diesem Netzwerk schräg nach der Oberfläche der Haut zu ein elastischer Faserzug durchsetzt mit glatten Muskelzellen verläuft, der den Arrector pili repräsentirt. Letzteres ist in neuester Zeit im Wesentlichen in derselben Weise von SEDERHOLM (93) auch für die menschliche Haut angegeben, wobei er allerdings ausdrücklich betont, dass sowohl die Haarpapille als die innere Lage des bindegewebigen Haarbalgs der elastischen Fasern entbehrt. Ueberdies ist ja ferner in dem Gewebe zwischen den Haarbälgen elastisches Gewebe reichlich vertreten. Die Ansicht von BONNET (7) und KÖLLIKER (43) wird also thatsächlich gestützt durch die Art der Anordnung des elastischen Gewebes in der Haut. Nach meinen Untersuchungen muss ich aber noch weiter gehen. Meines Wissens ist die von mir beschriebene Volumverminderung des gesammten die Papillenwurzeln umschliessenden Bindegewebes noch nicht erwähnt, die beim Hermelin in so anschaulicher Weise zu demonstriren ist. Diese Erscheinung kann natürlich nur dann überzeugend wahrgenommen werden, wenn alle Haare einer Generation gleichzeitig in den Kolbenzustand übergehen, wie dies beim Hermelin zu den oben angegebenen Zeiten der Fall ist. Der gegen Ende des Embryonallebens eintretende totale Haarwechsel beim Menschen kann die Volumabnahme der betr. Bindegewebslage nicht zur Anschauung bringen, weil er erstlich nicht gleichzeitig an allen Haaren erfolgt, und weil zweitens der Process an einem wachsenden Organe abläuft.

Ich bin bei der Besprechung der Frage, inwieweit sich das Winterkleid des Hermelins von dem Sommerkleid abgesehen von seiner Farblosigkeit unterscheidet, zu dem überraschenden Resultat gekommen, dass das Winterkleid keineswegs eine grössere Anzahl von Haaren auf-

---

fixiren, sondern das ganze unverletzte Thier zuvor zu erhärten; die dann herausgeschnittenen Stücke verkürzten sich nicht mehr.

zuweisen hat. Nun wird aber allgemein angenommen, dass das Winterkleid dichter sei als das Sommerkleid. Wenn nun diese grössere Dichtigkeit nicht durch eine grössere Zahl von Haaren bedingt ist, so kann sie durch grössere Länge und Dicke der einzelnen Haare erreicht werden. Dies ist in der That, wie oben S. 511 genauer erörtert wurde, der Fall. Grannenhaare und Flaumhaare sind auch hier zu Gruppen vereinigt, deren jede gewöhnlich nur 1 Grannenhaar einschliesst, aber die Flaumhaare sind um etwa 3 μ, die Grannenhaare an ihrer breitesten Stelle um etwa 19 μ dicker, als die entsprechenden Haare des Sommer-Hermelins. Somit finde ich also den Winterpelz des Hermelins dichter nicht in Folge einer grösseren Haarzahl, sondern einer grösseren Dicke und Länge der einzelnen Haare.

Ob diese für das Hermelin ermittelten Thatsachen für andere Pelzthiere zutreffen, ob ferner etwa das Hermelin des hohen Nordens andere Erscheinungen zeigt, als die von mir beschriebenen, vermag ich aus Mangel an Material nicht zu entscheiden. Dass das Hermelin des hohen Nordens zeitlich andere Verhältnisse des Haarwechsels zeigt, diese interessante Thatsache hat zuerst der Nordpolfahrer John Ross (84 S. 183) ermittelt. Wiegmann giebt einen Bericht über die zoologischen Resultate von J. Ross' zweiter Nordpol-Reise, die so wesentlich zur Enthüllung der Geographie des arktischen Nord-Amerika beitrug. Ich entnehme diesem Bericht (S. 184) die Bemerkung: „3. Mustela erminea. — Sie bekommen ihr Winterkleid früh im September, vertauschen es mit dem Sommerkleide Ende Mais." Während also in der Breite von Strassburg das Hermelin sein Winterkleid nur 4 Monate (Anfang December bis Ende März) trägt, persistirt dies Winterkleid im arktischen Nordamerika während nahezu 9 Monaten (September — Ende Mai). Es wäre von grösstem Interesse, diese hochnordischen Formen mit Rücksicht auf Haarwechsel und Haarwuchs, sowie auf das Verhalten der Haut mit unserem Hermelin zu vergleichen, so zu sagen eine Untersuchung anzustellen über den Einfluss des Klimas auf Leben und Thätigkeit der Haut.

Wachsthum der Haare.

Es sind hier zwei Fragen zu besprechen: a) nach der Art des Haarwachsthums im Allgemeinen, b) die Frage, ob die Kolbenhaare noch wachsen. Ich werde aber hier keine erschöpfende Darstellung des Haarwachsthums geben, sondern aus dem oben beschriebenen Material nur das auswählen, was geeignet erscheint, jene das Haarwachsthum betreffenden Fragen unzweideutig zu beantworten.

a) Das allgemeine Wachsthum des Haares kann man wohl als ein appositionelles bezeichnen. Die Matrixzellen der Wurzel erzeugen

durch fortgesetzte Theilungen neue Zellen, die sich dem bereits gebildeten Theile des Haarschaftes successive am Wurzelende anschliessen. Diese Anlagerung junger verhornender Zellen an die alten verhornten kann dann noch verbunden sein mit einer Streckung der jungen eben apponirten Zellen vor Ablauf der Verhornung, und man könnte diese Componente des Wachsthums als interstitielles Wachsthum des Wurzelendes bezeichnen. Ueber dies Wurzelende hinaus wird aber kaum diese Streckung eine Rolle spielen. — Nach der oben kurz skizzirten Anschauung ist der älteste Haartheil die Spitze; von ihr zur Wurzel vordringend trifft man auf immer jüngere und jüngere Abschnitte. Die Beobachtungen am Hermelin während des Haarwechsels (Thiere vom 7., 9. und 19. März) illustriren nun vortrefflich das appositionelle Wachsthum des Haares, da wir hier in den einzelnen verschieden gebauten Strecken gewissermassen Wachsthumsmarken vor uns haben. Betrachten wir z. B. die Grannenhaare, so bestehen sie in der ersten Zeit des Wachsthums nur aus Spitze und anschliessender verbreiterter Granne (Strecke f, e, d); erst später werden die verschmälerten Theile des Haarschaftes in der Reihenfolge c und b angelegt, und das Ganze findet seinen Abschluss durch Erzeugung der vollständig verhornten marklosen Kolbenwurzel a. Ganz analog erfolgt das Wachsthum des Flaumhaares. Weshalb aber in der ersten Zeit das Haar in Gestalt einer verbreiterten abgeplatteten Granne, in der letzten Zeit in Form eines schmalen Cylinders angelegt wird, vermag ich nicht zu sagen. Eine weitere Untersuchung hätte besonders auf die Gefässverhältnisse der Haut in den einzelnen Jahreszeiten und auf die Mitosen zu achten. Letztere Untersuchung war aber für mich ausgeschlossen, da mein Material für die Feststellung der Zahl und Vertheilung der Mitosen nicht mehr hinreichend frisch war.

b) Was die zweite Frage, die nach dem Wachsthum des Kolbenhaares betrifft, die besonders durch UNNA's Lehre vom Beethaar (101) in ein eigenes Stadium getreten ist, so schliesse ich mich der besonders durch REINKE (79), KÖLLIKER (43 S. 244) und Andere vertretenen Meinung an, dass die Kolbenhaare nicht mehr wachsen. Nachdem zuerst durch FLEMMING (24) durch Untersuchung der Mitosen in den Keimschichten des Haares die Frage nach dem Mutterboden der einzelnen epithelialen Bestandtheile des Haarfollikels eine präcisere Beantwortung gefunden hatte, constatirten REINKE (79) und GIOVANNINI (29), dass die Mitosen in dem Epithel, welches die Kolbenwurzel der Kolbenhaare umgiebt, so spärlich sind, dass an ein weiteres Wachsthum des Kolbenhaares von diesem UNNA'schen „Haarbeet" aus nicht wohl zu denken ist. REINKE sprach sich deshalb auf Grund dieser und anderer Erfahrungen gegen UNNA's Lehre vom Beethaar aus.

Ich glaube nun, dass meine Beobachtungen am Winter-Hermelin

ganz unzweideutig in demselben Sinne sprechen. Wir haben hier den günstigen Fall, dass überhaupt nur Kolbenhaare existiren und während des ganzen Winters persistiren. Wie oben schon beschrieben wurde, erreichen die Haare des Hermelins beim Haarwechsel rasch ihre definitive Länge, welche nach meiner oben S. 502 mitgetheilten Tabelle beim Winter-Hermelin zwischen 10 und 22 mm schwankt. Es finden sich die betreffenden Zahlen aber keineswegs so vertheilt, dass die höheren späteren Zeiten, die niederen früheren entsprechen. Im Gegentheil findet sich das Maximum von 22 mm schon beim Hermelin vom 16. December, während noch bis zum 19. März das weisse Winterkleid vorhanden ist, das dann Haarlängen von 10—16 mm zeigt. Es beruhen also die beobachteten Unterschiede der Haarlängen auf individuellen Verschiedenheiten, und ist es bemerkenswerth, dass die geringsten heim Winter-Hermelin beobachteten Haarlängen sich bei zwei kleinen weiblichen Individuen (Nr. 7 und Nr. 3) fanden. Wollte man aus der für den 16. December ermittelten Haarlänge von 22 mm auf ein Wachsthum der betr. Kolbenhaare schliessen, so müsste man mit demselben Recht das Unmögliche behaupten, dass in der zweiten Hälfte des Winters sich die Haare wieder verkürzen. Versuche an einem lebenden Winter-Hermelin werden hier sicher eine Entscheidung bringen. Sie würden darin bestehen, dass man die Haare einer circumscripten Hautstelle bis zum Niveau der Oberfläche der Haut abscheert. Es wird sich dann zeigen, dass die geschorene Hautstelle des Winter-Hermelins sicht nicht wieder mit Haaren bedeckt. Möglich wäre auch dass in Folge dieses abnormen Reizes eine abnorme Haarbildung während der Winterzeit eintritt, welche beim normalen Winter-Hermelin fehlt. Sollte dies erfolgen, so würde sich sehr leicht durch mikroskopische Untersuchung feststellen lassen, ob Kolben- oder Papillenhaare, und ich zweifle nicht daran, dass in diesem Falle die Antwort auf Papillenhaare lauten würde. Es möge hier noch eine Literaturbemerkung Platz finden, welche beweist, dass bereits LEEUWENHOEK beide Arten von Haaren, Kolben- und Papillenhaare kannte und ersteren die Fähigkeit weiteren Wachsthums absprach. Die interessante Stelle heisst (48, p. 35): „et quoniam duo distincta loca corporis mei animadverti, ubi crines profluunt, quo acie oculi pervenire nequeo, tribus distinctis locis novacula crines meae manus derasi; derasos crines per aliquot dies observavi et vidi alterum crinem crevisse longitudine, alterum vero non, tum quoque ex sententia animi mei videre potui, aliquos eorum profluxuros, quos tum tenuissima volsella absque dolore evellebam, et cum evulsi crines, antea fixi, crassas ordinario habeant radices, hi contra, profluxum minantes, tenuem acutulamque radicem.“ Es geht daraus hervor, dass er bereits dasselbe Experiment angestellt hat, welches RANVIER (77 S. 896 Anmerkung) empfiehlt, um ebenfalls zu

beweisen, dass nur die Papillenhaare, aber nicht mehr die Kolbenhaare wachsen.

Wenn ich mich nun auch nach Allem gegen die Meinung aussprechen muss, dass die Kolbenhaare noch wachsen, so muss ich andererseits mit der grössten Bestimmtheit behaupten, dass sie lange Zeit an der ihnen zukommenden Stelle im Niveau der Talgdrüsen verweilen können, ohne auszufallen, ja dass sie dort ziemlich fest sitzen können. Ich habe ja gezeigt, wie während des ganzen Winters beim Hermelin am Kopf, Rücken und Bauch nur Kolbenhaare existiren. Da nun eine Neubildung während der Wintermonate nicht beobachtet wurde, so müssen dies die Haare des Herbsthaarwechsels sein. LANGER (46 S. 6) constatirte die gleiche Erscheinung beim Reh und bei der Gemse und KÖLLIKER (43) spricht sich in demselben Sinne aus. Auch hierfür liefert das Hermelin wieder ein unzweideutiges Beispiel. Es lehrt aber noch Weiteres. Gewöhnlich nimmt man an, dass das junge wachsende Haar bei seinem Hervorsprossen das alte verdränge und aus dem Haarbalg heraustreibe. REINKE (79) und RANVIER (77) haben schon darauf aufmerksam gemacht, dass in den Doppelhaaren der Schnauze des Meerschweinchens und Kaninchens je ein Papillen- und Kolbenhaar in gemeinschaftlichem Balg persistiren. Ferner hat GARCIA (27 S. 196 und Fig. 15 u. 16) in der früher erwähnten Arbeit auf Fälle aus der Kopfhaut des Menschen aufmerksam gemacht, in welchen die Spitze des jungen Haares schon oberhalb des Haarkolbens des alten sich befand. Meine Beobachtungen am Hermelin lehren, dass, wie bei jenen Doppelhaaren der Kaninchenschnauze, sogar schon ein voller Durchbruch des neuen Haarkleides (Sommerhaare) erfolgt sein kann und dennoch alte Haare (Winterhaare) in Menge noch daneben existiren (Fig. 4). In diesem Falle finden sich also in e i n e r Haut 2 Haargenerationen neben einander, nämlich eine das weisse Oberhaar bildende alte Generation von Kolbenhaaren und eine das braune Unterhaar bildende neue Generation von Papillenhaaren. Aehnliches hat KOHLRAUSCH (44 S. 312) für das Eichhörnchen constatirt.

Gruppenbildung der Haare.

Die eigenthümliche gruppenweise Vereinigung der Haare beim Hermelin giebt zu einer weiteren allgemeineren Betrachtung Veranlassung. Die Untersuchung der Macerationspräparate hatte ergeben, dass bei jenem Thiere während der Zeiten, in welchen nur e i n e Haargeneration besteht, also im Winter und Ende April, am Rücken, Bauch und Kopf je eine Haargruppe sich aus 6—10, seltener mehr, Haaren

zusammensetzt. Unter diesen Haaren befindet sich fast immer ein Grannenhaar, die meisten übrigen sind Flaumhaare, einige wenige wohl auch Uebergangshaare. Im Zustande des Frühlings- oder Herbsthaarwechsels zeigt das Hermelin die doppelte Zahl von Haaren innerhalb einer Gruppe, indem dann die neuen Papillenhaare hinzu kommen, welche im Allgemeinen an Zahl den alten Kolbenhaaren entsprechen. Querschnitte senkrecht zur Richtung des Haarverlaufs zeigen diese Gruppenanordnung ebenfalls sehr deutlich; besonders scharf sind die Haargruppen im äusseren Gebiet der Cutis abgegrenzt. Sie besitzen hier nämlich gemeinschaftliche epitheliale Scheiden (Fig. 19 und 21), welche nichts Anderes sind als Einsenkungen der Epidermis, die erst an der äusseren Grenze des Talgdrüsengebiets sich in Specialscheiden für jedes Haar der Gruppe theilen. Diese Specialscheiden bestehen aus einer dünnen, grösstentheils nur eine Reihe abgeplatteter Zellen umfassenden äusseren Wurzelscheide (Fig. 25) und einer ansehnlichen inneren helleren Schicht, dem Aequivalent der Cuticulae und der inneren Wurzelscheide. Am Wurzelende selbst gehen sämmtliche Scheiden in ein Zellenmasse über, deren kuglige Kerne intensiv gefärbt und dicht neben einander gelagert sind (Fig. 20), die Matrix des Haares und der Wurzelscheiden, die hier also nicht die ganze Papillenoberfläche bedeckt, sondern nur den Papillenhals umgiebt. Auf Querschnitten mit Karmin gefärbter Präparate (Fig. 19), in welchen sich wegen der schrägen Richtung des Schnittes Querschnittsbilder aus allen Höhenzonen der Haarbälge finden müssen, zeichnen sich die Querschnitte durch Papillenhals und Matrix in Folge ihrer dichten Kernstellung durch intensiv rothe Farbe aus; diese Querschnitte liegen selbstverständlich der Hautmuskelschicht am nächsten. Dann folgen Querschnitte mit inneren und äusseren Wurzelscheiden, dann Gruppen von Querschnitten von den Läppchen der Talgdrüsen umfasst, und endlich in der Nachbarschaft der Oberfläche die oben erwähnten, von einer gemeinschaftlichen Epidermoidalscheide umfassten Haarbündel. Diese 4 Zonen des Querschnitts finden sich aber nur beim Hermelin im Haarwechsel (Fig. 19). Ein Vergleich mit den Querschnitten der Haarbälge des Hermelins vom 29. April (Fig. 24) oder des Winter-Hermelins zeigt, dass diese nur eine Generation von Haaren besitzenden Thiere auf Querschnitten der Haarbälge nur die beiden äusseren Zonen erkennen lassen, also die der gemeinsamen epidermoidalen Hüllen und die Zone der Talgdrüsen. Sehr klar kann man innerhalb dieser beiden äusseren Zonen auf Querschnitten die Zahl der Haare bestimmen. So ergiebt Fig. 24 vom Hermelin vom 29. April in den einzelnen Gruppen 11, 7, 9, 9, 10, 7 und 9 Haare. Meist ist ein Haar mit grösserem Querschnitt als Grannenhaar sofort herauszuerkennen, in anderen Fällen sind die Grössenunterschiede geringer, was begreiflich ist, da ja der dünne Wurzeltheil der fertigen Grannenhaare nicht in dem Maasse den

Wurzeltheil der Flaumhaare an Grösse übertrifft, wie die verbreiterte Granne das frei hervorragende Stück der Flaumhaare.

Die von mir beim Hermelin geschilderte gruppenweise Anordnung der Haare in der Haut der Säugethiere ist bereits mehrfach in der Literatur beschrieben worden. HEUSINGER (34; S. 189) fand sie beim Hasen, bei der Ratte, beim Marder, Wiesel und Eichhörnchen und macht bereits darauf aufmerksam, dass in einer solchen Gruppe sich je ein Stichelhaar in Verbindung mit mehreren Wollhaaren finde. LEYDIG (51; S. 685) beschreibt diese Anordnung unter der Ueberschrift: „Stichelhaare als Centren für die Wollhaare" als eine allgemeine Eigenschaft der Säugethierbehaarung. Speciell führt er an, dass die Zahl der Wollhaare, welche ein Stichelhaar umgeben, besonders gross bei den Thieren sei, deren Balg als gutes Pelzwerk geschätzt wird, z. B. bei Mustela erminea, Lutra vulgaris. Bei Stenops gracilis (Haut der Brust) besteht eine Haargruppe aus 4—5 Haaren. Schon bei Echidna hystrix (Brustgegend) und beim Schnabelthier ist eine solche Anordnung zu finden; bei Echidna umgeben 8—9 Wollhaare ein Stammhaar. WELCKER (107; S. 52) fand bei letzterem Thier jede Gruppe aus einem stärkeren stachelartigen und etwa 5—10 schwächeren Haaren bestehend. Bei Bradypus bilden 4—8 und mehr Haare eine Gruppe, bei Choloepus nur 2. Auch WELCKER findet diese büschelförmige Anordnung der Haare weit verbeitet, nämlich beim „Goldmaulwurf (12—15 feine Haare gemeinsam mit 1—2 breiten bandartigen), Mus musculus (je 1—3), Kaninchen (je 2—8), Cricetus (je 6—12), Mustela erminea (je 10—15), Lemur (je 6—10 Haare gemeinsam)." Durchgehends einfache Haarbälge fand er dagegen bei Talpa europaea, Mus (decumanus?), Myoxus glis, Didelphys, Nasua, Hund, Fledermaus (Dysopes) Callithrix sciurea, ferner Dasypus, Myrmecophaga jubata. In einer Anmerkung (107; S. 59) wendet er sich gegen die Auffassung, als müssten immer Stichelhaare Centren von Wollhaaren sein; dies ist nicht allgemein gültig, da bei Choloepus der Gegensatz von Wollhaaren und Stichelhaaren fehlt. WELCKER betrachtet die Hüllen der Haare *einer* Haargruppe als einen *verzweigten* Haarbalg. Ich halte es für correcter die Anordnung so aufzufassen, dass die Haarbälge nicht selbst verzweigt sind, sondern dicht neben einander am Grunde einer Epidermis-Einsenkung münden, also so zu sagen auf einem in die Tiefe gesenkten Theil der äusseren Oberfläche. In den dadurch gebildeten cylindrischen Hohlraum ragen die Haare der Gruppe *frei*, ohne Wurzelscheiden hinein und aus seiner äusseren Mündung hervor. Mir scheint diese Auffassung natürlicher als die, welche in der Epidermiseinstülpung den Stamm, in den in die Tiefe derselben mündenden einzelnen dicht zusammenstehenden Haarbälgen die Zweige ein und desselben Haarbalgs erblickt.

In dem bisher berücksichtigten grossen Hautgebiet gruppiren sich

jedesmal eine Anzahl Wollhaare um ein Grannenhaar, sind sie durch eine Epidermiseinsenkung zu einem gemeinschaftlichen Büschel zusammengefasst. Auch im schwarzhaarigen Spitzengebiet des Schwanzes besteht diese Anordnung, nur fehlen hier die Grannenhaare und werden durch die ungleich dickeren Borstenhaare vertreten. Die Sinushaare der Oberlippe haben dagegen mit den aus Grannen- und Flaumhaaren bestehenden Gruppen, welche sich auch hier finden, nichts zu thun, stehen scheinbar ganz allein für sich da. Es ist aber daran zu erinnern, dass sie in so vielen Fällen von Haaren jener unter dem Namen „melanotische Haare" beschriebenen Form begleitet werden, so dass sie ebenfalls eine Gruppenbildung beherrschen.

Meines Erachtens haben nun die Gruppenbildungen, wie sie die Säugethierhaut so verbreitet zeigt, eine grosse Bedeutung für die Verhältnisse beim Menschen. Dort sind ja die Vereinigung von Haaren zu kleinen Gruppen, die Ungleichheit der Haare innerhalb einer Gruppe längst bekannt, z. B. von der Kopfhaut. Durch die von mir geübte Macerationsmethode lässt sich da leicht zeigen, dass neben den grossen gewöhnlich allein beschriebenen Kopfhaaren häufig noch 1—3 feine kurze Härchen in der Haut befestigt sind. Je ein grosses und diese feinen Härchen zusammen würden einer Säugethierhaargruppe entsprechen. Es fehlt aber noch eine gründliche systematische Untersuchung dieses Verhaltens, welche sich über alle Körperregionen auszudehnen hätte und eine nicht geringe anthropologische Bedeutung beansprucht. Hand in Hand damit gehen müsste aber eine genaue Untersuchung des Haarkleides der Affen. Denn es ist wohl kaum anzunehmen, dass sich hier das von WELCKER für Callithrix sciurea beschriebene Verhalten (isolirt stehende Haare) als allgemein gültig ergeben wird.

Pigmentbildung in der Haut.

Ich komme nun zu einem wichtigen Ergebniss meiner Untersuchungen, das ich im Vorstehenden nur flüchtig andeuten konnte, zu dem Ergebniss, dass das Pigment, welches beim Frühlingshaarwechsel in den Rückenhaaren des Hermelins auftritt, ein lediglich epitheliales ist, nicht durch pigmentirte Wanderzellen aus dem unterliegenden Bindegewebe eingeschleppt wird. Um diesen Satz noch näher zu begründen, als es durch die oben bereits mitgetheilten Ergebnisse des Macerationsverfahrens möglich war, wird es unbedingt nöthig, Schnitte durch die Haut des Hermelins in den verschiedensten Jahreszeiten zu Rathe zu ziehen. Die folgenden Erörterungen beziehen sich zunächst auf die Rückenhaut. Es stellt sich da heraus, dass zu keiner Zeit des

Jahres die Cutis oder das Unterhautbindegewebe ebensowenig wie die Haarpapille und der bindegewebige Haarbalg Pigment enthalten. Ja sogar die Wurzelscheiden zeigen keine Spur von Pigmentirung. Von der Zeit des Herbsthaarwechsels an nach Ausfallen der alten pigmentirten Haare existirt überhaupt an den winterweissen Stellen keine Spur von Pigment, da jetzt die Haare vollständig farblos sind.[1]) Das ganze Interesse dreht sich also um das Auftreten des ersten Hautpigments im Frühling. Die Thiere vom 7. März (3) und 9. März (9) befanden sich in dem geeigneten Stadium, da hier schon mit unbewaffnetem Auge unter den weissen Winterhaaren der Hautboden sich braungrau gefärbt zeigte. Es war also in der Haut wieder Pigment aufgetreten. An Macerationspräparaten (Fig. 3 u. 10) konnte man aber bereits wahrnehmen, dass das Pigmentirte die Haarwurzeln der jungen gefärbten Frühlings-Generation waren, deren die Papillen umfassende Bulbi als braune Knöpfchen, soweit sie den grösseren Grannenhaaren angehörten, schon mit unbewaffnetem Auge wahrgenommen werden konnten. Feine Längsschnitte durch Haare und Haut in diesem Stadium (Fig. 5) beseitigten jeden weiteren Zweifel. Nirgends waren in der Haut pigmentirte Zellen zu treffen, weder in der Cutis und der Haarpapille, noch in der Epidermis und den Wurzelscheiden. Pigmentirt war lediglich das junge Haar und eine die Papillen-Oberfläche in 3 Zellenschichten bedeckende Zone. Sogar die noch protoplasmaarmen, den Hals der kegelförmigen langen Haarpapille umgebenden indifferenten Matrixzellen (d) zeigten sich unpigmentirt. Erst in einer Entfernung von 52 μ vom Grunde des Haarbalgs erscheinen die ersten mit feinen braunen Pigmentkörnchen versehenen Zellen, von denen ich deutlich 3 Lagen unterscheiden konnte, eine innere aus grösseren kubischen Zellen bestehende unmittelbar der Papille aufgelagert, welche apicalwärts in die Marksubstanz übergeht, und 2 Lagen mehr abgeplatteter Zellen, die sich in die Rindensubstanz fortsetzen. Alle 3 Lagen pigmentirter Zellen schliessen sich basalwärts an die Zellen der pigmentlosen indifferenten Matrix an und werden aussen umgeben vom Gebiet der Wurzelscheiden, in welchem sich zu äusserst eine einfache Lage platter Epithelzellen als einziger Bestandtheil einer äusseren Wurzelscheide abgrenzt, während das Gebiet der inneren Wurzelscheide 2 Reihen von Kernen erkennen lässt und nach innen davon helle hohe schmale Cylinderzellen, deren Kerne und Zellkörper an der Basis noch vertikal zur Haaroberfläche gerichtet sind, weiterhin aber sich immer schräger und schräger stellen und schliesslich in die Cuticularzellen des Haares übergehen. Weiter

[1]) Abgesehen von den mit schwarzen Pigmentklumpen versehenen merkwürdigen melanotischen Haaren; letztere können für die folgende Betrachtung ausser Acht gelassen werden, da sie in der Rückenhaut nur sehr vereinzelt vorkommen.

in die feinere Histologie des Haares einzugehen, liegt hier nicht in meiner Absicht, aber das möchte ich wenigstens ausdrücklich hervorheben, dass die Bildungszellen der Marksubstanz sich hier keineswegs auf dem Gipfel der Papille befinden, sondern vielmehr nahe der Basis, und dass daraus folgt, dass am Gipfel der Papille sich von allen Seiten Bildungszellen in Markzellen umgestalten. Ich kann also KÖLLIKER nicht beipflichten, wenn er sich gegen MERTSCHING (58) wendend sagt (43; p. 246): „selbst das Haarmark entsteht nicht so, wie er (MERTSCHING) es darstellt, indem dasselbe nur aus den Zellen hervorgeht, die auf der Spitze der Papille sitzen." Wenn er dabei UNNA als Gewährsmann anführt, so zeigt doch dessen Fig. 11 (102; S. 63) deutlich jederseits eine Fortsetzung der Marksubstanz in eine Cylinderzellenschicht, welche seitlich die Papille bekleidet, ganz analog den Abbildungen Fig. 1 und 4 von MERTSCHING (58), die nur allzusehr den Charakter des Schematischen tragen. Trotzdem kann ich aber MERTSCHING's schematische Auffassung, dass am Grunde des Haarbalgs die markbildenden Zellen einfach in die äussere Zellenlage der äusseren Wurzelscheide sich fortsetzen, nicht theilen, da ich den Grund des Haarbalgs in der Umgebung des Papillenhalses von gleichartigen Bildungszellen erfüllt finde, aus denen sich aufwärts neben einander die einzelnen Schichten differenziren. Offenbar wird diese ganze Anordnung sehr durch die Gestalt der Papille beeinflusst. Ist dieselbe kurz und am apicalen Ende abgerundet, so werden die „Matrixzellen" nahezu ihre ganze Oberfläche bedecken und das Haarmark von der mittleren Region der Papillenoberfläche auszugehen scheinen. Wird dagegen die Papille lang und schlank und zugespitzt, so schiebt sich ihre Spitze gewissermassen in die centrale Säule des Haarmarks und seiner Matrixzellen hinein und letztere befinden sich nun auf den Seitenflächen der Papille. Es ist mir nicht unwahrscheinlich, dass die Form der Papille auch von Einfluss darauf ist, ob Haarmark überhaupt zur Ausbildung kommt, und es wären daraufhin die Papillenformen junger wachsender markhaltiger und markloser Haare zu untersuchen. Eine darauf bezügliche Bemerkung finde ich bei EBNER (161 S. 11). Derselbe sagt: „Haare mit kräftig vegetirender Marksubstanz haben eine lange, spitz zulaufende Papille, während Haare, an welchen keine Marksubstanz in Bildung begriffen ist, abgerundete oder wenigstens in einen stumpfen Kegel auslaufende Papillen besitzen."

Was nun die Art der Pigmentirung der 3 Reihen junger Haarzellen betrifft, so besteht sie einfach darin, das innerhalb dess Zellkörpers feinste Pigmentkörnchen zur Ablagerung kommen, die rasch an Zahl und auch an Grösse zunehmen, aber immerhin sehr fein bleiben. Eine Prädilectionsstelle der Ablagerung konnte ich innerhalb des Zellkörpers nicht finden, es sei denn, dass stärkere Pigmentansammlungen besonders in der Umgebung des Kernes getroffen wurden. Von stern-

förmigen pigmentirten Zellen zwischen den pigmentirten Epithelzellen war nichts zu sehen. Weiter apicalwärts gingen aus den pigmentirten Zellen der innersten Reihe die pigmentirten Zellen des Marks, der mittleren und äusseren Reihe die der Rindensubstanz des Haares hervor. Auffallend ist es, dass die mittlere Reihe der pigmentirten Zellen am stärksten mit Pigmentkörnchen versehen ist. In allen 3 Reihen haben übrigens letztere die Neigung, zu grösseren Klümpchen zusammen zu treten, in denen aber die einzelnen Körnchen deutlich zu erkennen sind. Gröbere homogene Pigmentklumpen, wie sie JARISCH aus dem Epithel der Conjunctiva des Ochsen abbildet (36 Tafl. I Fig. 2), habe ich beim Hermelin nicht gesehen, ebensowenig mich aber davon überzeugen können, dass das Chromatin der Kerne in irgend einem genetischen Verhältniss zum Oberhautpigment steht, wie dies JARISCH in einer anderen Arbeit (38 S. 232) auf Grund von Untersuchungen an Amphibienlarven behauptet. Denn dass die Pigmentkörnchen sich in unserem Falle häufig um den Kern herum in dichterer Lagerung befinden, bedeutet doch noch nicht Entstehung des Pigments aus Kernsubstanzen. Ueber die von JARISCH in der Epidermis von Amphibienlarven gefundenen, durch Safranin sich roth färbenden Zelleinschlüsse stehen mir noch keine eigenen Erfahrungen zur Disposition. Sie sollen nach JARISCH aus dem Kern stammen und allmählig in Pigmentklumpen („primäre Pigmentformen“ JARISCH) sich umwandeln, jene schon oben erwähnten homogenen Pigmentklumpen, aus denen dann erst secundär durch Zerstreuung die einzelnen Pigmentkörnchen hervorgehen. Einen sicheren Beweis dafür, dass jene „tingiblen Körperchen“ wirklich aus dem Kern stammen, hat JARISCH nicht gebracht. Stets liegen sie ausserhalb des Kerns. Ich schliesse mich deshalb in dieser Frage EHRMANN's neuesten Ausführungen (19; S. 202) an, wenn er sagt: „Die Angabe, dass das Pigment ein Zerfallsprodukt des Kerns ist, entbehrt bis jetzt jeder thatsächlichen Begründung, denn nie wurde noch im Kern Pigment gefunden.“ Eine Entstehung des Pigments aber aus dem Keratohyalin, wie sie MERTSCHING (59) behauptet, halte ich ebenfalls für unbewiesen.

Wenn ich somit JARISCH in seinen weiteren Ausführungen über die Herkunft des Hautpigments nicht zustimmen kann, so muss ich mit ihm nach meinen Untersuchungen am Hermelin mit aller Bestimmtheit dafür eintreten, dass in der Epidermis oder in ihren Derivaten (epitheliale Haarmatrix) Pigmentkörnchen durch eigene Thätigkeit des Protoplasmas der Epithelzellen ohne Hinzutreten Pigment führender Wanderzellen abgelagert werden können. Wie dies durch meine Präparate der jungen Haarwurzeln des Hermelins beim Frühlingshaarwechsel, so wird es nicht minder überzeugend durch JARISCH's Figur 3 in der oben citirten Arbeit (36) erläutert. Diese Abbildung von JARISCH stellt den (etwas schiefen) Längsschnitt eines „Schnurrhaares“ der

Waldmaus dar. In Uebereinstimmung mit meinem Befunde ist hier die Pigmentirung ausschliesslich epithelial und zwar auf die die Papille bedeckende Schicht junger Zellen beschränkt, während die tiefsten Zellen des epithelialen Haarbalges in der Umgebung des Papillenhalses sowie die Wurzelscheiden in Uebereinstimmung mit meinen Präparaten und den Angaben v. Ebner's (16; S. 11) kein Pigment enthalten. Mir scheint also durch diese Befunde von Jarisch und mir die autogene Entstehung des Pigments in der Epidermis bewiesen, autogen in dem Sinne, wie ich es oben in der Einleitung entwickelt habe, also im Gegensatz zur Einschleppung aus dem Bindegewebe. Dies steht vollkommen im Einklang mit Garcia's (27) und Retterer's (80) Mittheilungen über das Auftreten der Pigmentirung beim embryonalen Haarwechsel. Sie fanden, dass das Pigment hier stets zuerst in den jungen Haarzellen selbst auftritt. Wie dann die gegentheiligen Angaben von Riehl (83), Ehrmann (18), Kölliker (42) und Anderen zu deuten sind, werde ich weiter unten bei einer allgemeinen Darstellung meiner Auffassung der Pigmentbildung erörtern.

Zuvor habe ich noch im Zusammenhang auf die Pigmentirung anderer Körperstellen des Hermelins einzugehen, welche dauernd pigmentirt sind. Ein gewisses Interesse hat es, die einzige haarlose pigmentirte Hautstelle zu untersuchen, nämlich die dunkelbraun gefärbte Nasenspitze. Ich habe oben bei der allgemeinen Beschreibung der Färbung der von mir untersuchten Thiere schon hervorgehoben, dass bei dem reinsten Winter-Exemplar (6, 18. Januar) jene braune Färbung der Nasenspitze ein viel kleineres Feld einnimmt, wie bei dem Sommer-Hermelin; es schien aber dies an Ausdehnung reducirte Feld an Intensität der Färbung gewonnen zu haben. Ich habe von diesem Exemplar und dem Sommer-Hermelin Schnitte dieser Gegend angefertigt und sie unter einander verglichen. Bei beiden constatirte ich zunächst, dass auch hier Pigment nur innerhalb des Epithels vorhanden war und zwar, wie erwartet wurde, reichlicher beim Hermelin vom 18. Januar, also mitten im Winter, als im Sommer! Zu diesem einen Unterschied in der Intensität der Pigmentirung gesellten sich andere. Obwohl das Sommer-Hermelin kleiner war als das vom 18. Januar, zeigte sich doch die Epidermis an entsprechenden Stellen der Nasenspitze bei ihm ungleich dicker, als beim Winter-Hermelin. Ich stelle hier die betreffenden Maasse zusammen:

	Sommer-Hermelin Nr. I	Winter-Hermelin Nr. II
grösste Dicke der Epidermis	496 μ	320 μ
Dicke über den Papillenspitzen	320 μ	240 μ
grösste Dicke des Stratum Malpighii	363 μ	192 μ
Dicke des Stratum corneum	136 μ	128 μ

Man sieht aus dieser Zusammenstellung, dass die grössere Dicke der Epidermis beim Sommerhermelin im wesentlichen auf Rechnung des Stratum Malpighii kommt. Obwohl keine scharfe Grenze zwischen beiden Zonen existirt, lässt sich doch eine annähernde Abgrenzung bei schwächerer Vergrösserung nach der Tingirbarkeit der Zellen und Sichtbarkeit der Kerne vornehmen. Soweit der Zellkörper sich tingirt und der Kern deutlich hervortritt, rechnete ich bei den Messungen das Stratum Malpighii. Die Grenze gegen das Bindegewebe ist in beiden Fällen gleich beschaffen, durch schlank kegelförmige Papillen unregelmässig gestaltet, zwischen denen bald breitere Epithelzapfen, bald nur schmalere gegen das Bindegewebe vordringen.

Was nun die Art der Pigmentirung betrifft, so herrscht beim Sommerhermelin eine reine Pigmentirung der Epithelzellenkörper vor, d. h. die Pigmentkörnchen sind in den Zellen selbst abgelagert, häufig antibasal, aber durchaus nicht immer; im Stratum Malpighii, besonders in den tieferen Schichten, finden sich ferner hier und da feine Pigmentfäden, bald gerade, bald leicht zackig verlaufend, bald vertikal zur Oberfläche aufsteigend, bald schräg oder gar mehr horizontal. Diese Pigmentfäden erscheinen bald ohne Verbindung mit irgend einer Zelle, bald im Anschluss an eine solche, die dann in ihrem Zellkörper stärker pigmentirt erscheint und mit dem betreffenden Pigmentfaden das Bild der so vielfach aus dem Epithel beschriebenen sternförmigen Zellen repräsentirt. Immerhin siud aber solche Zellen und Pigmentfäden beim Sommerhermelin in viel geringerer Menge vorhanden, als beim Winter-Hermelin, dessen Nasenspitzen-Epidermis, wie oben schon bemerkt wurde, sich überhaupt durch stärkere Pigmentirung auszeichnet. Bei letzterem Thier fand ich oft Fäden, welche sich zwischen mehreren Reihen von Epithelzellen zickzackförmig nach aussen zogen, viel häufiger frei, als mit Zellkörpern in Verbindung. Im letzteren Falle hatte man also wiederum das Bild der sogen. pigmentirten sternförmigen Zellen. Diese sind in ihrem Vorkommen, ebenso wie die Fäden, keineswegs auf die tiefsten Schichten der Epidermis beschränkt, sondern können in allen Zonen des Stratum Malpighii vorkommen. Dagegen fand ich sie nie im Stratum corneum. Letzteres aber ist bei beiden Thieren bis zu den oberflächlichsten Zellen hin pigmentirt, stärker wieder beim Winter-, als beim Sommerhermelin. Die Pigmentkörnchen sind in den Zellen des Stratum corneum bald mehr nach der Mitte des Zellkörpers zusammengedrängt, bald gleichmässig durch ihn zerstreut.

Die Untersuchung dieser dauernd pigmentirten Hautstelle ergiebt also ebenfalls keine Auhaltspunkte für Annahme der Einschleppungstheorie; denn weder bei dem Winter-, noch beim Sommerthier sind pigmentirte Zellen im Bindegewebe vorhanden. Dagegen finden sich „sternförmige verästelte Zellen“ im Epithel und bestätigen somit Funde, wie sie vielfach aus dem Epithel beschrieben sind und als Stützen der

Einschleppungstheorie Verwerthung gefunden haben. Da bei gänzlichem Mangel von pigmentirten Zellen im unterliegenden Bindegewebe es zum mindesten sehr gesucht wäre, das Epithelpigment in unserem Falle dennoch aus einer Einwanderung vom Bindegewebe aus abzuleiten, so bedürfen die verästelten Zellen einer weiteren Deutung und Erklärung, die ich unten geben werde. Ich bemerke aber gleich hier, dass ich sie wie JARISCH (37) und S. MAYER (56) für Epithelzellen halte, über ihre Entstehung aber etwas anderer Ansicht bin, als die beiden eben genannten Forscher. Wie soll man sich nun aber die stärkere Pigmentirung im Winter denken? Ich glaube, es liegt hier eine ähnliche Deutung nahe, wie für das Auftreten der merkwürdigen melanotischen Haare, sogar inmitten des vollkommen farblosen Winterkleides des Rückens. Das Feld der Pigmentbildung nimmt[1]) an der Nasenspitze ab, zu einer Zeit, wo die pigmentbildende Thätigkeit des grössten Theiles der Haut vollkommen unterdrückt ist. Da liegt es nahe, eine gewisse Compensation anzunehmen, wie ich sie glaube auch für das Spitzengebiet des Schwanzes nachgewiesen zu haben. Es wird also jetzt an den Körperstellen, welche während des Winters allein noch befähigt sind, Pigment zu bilden, dies in reichlicherer Weise erzeugt. Eine quantitative Schätzung aber vorzunehmen ist natürlich ganz unmöglich.

Eine zweite Localität mit dauernder Pigmentirung ist die schwarzhaarige Schwanzspitze. Eine Abnahme des Gebiets dieser schwarzen Behaarung während des Winters vermochte ich nicht mit Bestimmtheit nachzuweisen. Zwar hat das Exemplar vom 29. April ein relativ grösseres Gebiet (61,3 %) mit Schwarzfärbung als die meisten Winterexemplare (51—60 %), aber es ist nicht ausgeschlossen, dass hier individuelle Schwankungen vorkommen; überdies hat das Thier vom 9. März mit 68,6 % dorsal den grössten Bezirk schwarzer Färbung und ist nach dem früher Gesagten im schwarzen Schwanzgebiet noch ganz Winterthier. Als der grössere Theil dieser Arbeit bereits geschrieben war, erhielt ich zu dem anfangs allein zur Vergleichung dienenden zeitlich unbestimmten Sommerexemplar Nr. 1 durch einen glücklichen Zufall wiederum durch die Güte des Herrn NEDDERMANN noch 4 Sommerhermeline mit genau angegebenem Fangtag, nämlich Nr. 12 weiblich vom 2. Juli und Nr. 13 ebenfalls weiblich, vom 5. Juli 1892, Nr. 14 (männlich) und 15 (weiblich) vom 3. bezw. 8. September. Es betrug hier das Gebiet der schwarzen Schwanzspitze 50 bis 57,8 % der gesammten Schwanzlänge, zeigt also im Allgemeinen eine ein wenig geringere Ausdehnung als bei den Winterthieren. Es ist aber hervorzuheben, dass bei den Thieren im Sommer-

[1]) wenn anders nicht etwa der Befund bei unserem Hermelin vom 18. Januar eine individuelle Eigenthümlichkeit darstellt.

kleid eine genauere Messung nicht möglich ist, weil die schwarze Färbung der Spitze beim Sommerhermelin ganz allmählich durch dunkelbraun zur braunen Schwanzwurzel abtönt. Immerhin ist soviel ersichtlich, dass im Winter keineswegs das Gebiet der Schwarzfärbung reducirt wird. Hier mögen noch 2 andere Bemerkungen Platz finden. Die erste betrifft die Thatsache, dass die schwarze Färbung am Schwanzrücken stets weiter nach der Wurzel zu reicht, als an der ventralen Seite des Schwanzes (vergl. die Tabelle S. 502 Nr. 9).[1] Die vier Sommerexemplare ermöglichen nun aber die Feststellung noch einer anderen Thatsache. Die Haare am Schwanz des Winterhermelins vom November an bis Ende April sind ungleich länger als die der Sommerthiere; während erstere von 40—63 mm, durchschnittlich 50 mm Länge gefunden wurden (an der äussersten Spitze des Schwanzes gemessen), erreichen die der Sommerthiere nur eine Länge von 22 bis 45 mm, durchschnittlich 34 mm! Da nun hier bei dem Thier vom 29. April keine Spuren eines Wechsels nachzuweisen waren, so muss derselbe im Mai oder Juni erfolgt sein. Damit stimmt überein, dass die Haare beim Hermelin vom 29. April ausschliesslich Kolbenhaare, dagegen bei den früher beschriebenen Sommerthieren vom Juli ausschliesslich Papillenhaare sind (vergl. das Genauere oben S. 536). Charakteristisch für den äusseren Habitus des Sommerhermelins ist also der kurze Endbusch seines Schwanzes, dessen auffallende Kürze wiederum zur Folge hat, dass der Schwanz des Sommerhermelins viel kürzer erscheint, als der des Winterthiers, in dessen Länge die Länge der langen Haare der Schwanzspitze mit hinein gerechnet ist.

Untersucht man nun die jungen Papillenhaare des Schwanzes, am besten im November, so stellt sich heraus, dass bei ihnen in ganz analoger Weise wie bei den Rückenhaaren das Pigment ausschliesslich in den epithelialen Wurzelzellen des Haares abgelagert ist, während Papille und Wurzelscheiden, sowie die den Hals umfassende Zone der epithelialen Matrix von Pigment frei ist. Da die Bilder hier ganz dieselben sind, wie bei den grossen Papillenhaaren (Grannenhaaren) des Rückens, so kann ich auf eine bildliche Wiedergabe verzichten.

Dagegen muss ich hier noch einmal specieller auf den von mir sogenannten basalen Pigmentfleck zurückkommen, der für die Kolbenhaare charakteristisch ist, am stärksten entwickelt sich zeigte bei dem Hermelin vom 2. Februar, von da an allmählich sich reducirte und beim Sommerhermelin nur noch angedeutet erscheint, auch hier nur bei Exemplar Nr. 1 und Nr. 14 constatirt werden konnte. Er findet sich nur bei den Borstenhaaren des Schwanzes im Stadium der farblosen Kolbenwurzel; nie wurde eine solche basale Pigmentansammlung

[1]) Die Maassangaben für die übrigen Thiere beziehen sich auf das Mittel zwischen dorsal und ventral.

unter den feinen Flaumhaarwurzeln des Schwanzgebiets, nie im Gebiet der gewöhnlichen Körperhaare gefunden. Auch unter den Kolbenwurzeln der Sinushaare sind mir derartige Pigmentansammlungen nicht begegnet. Sie sind also charakteristisch für die dauernd und am stärksten pigmentirte Stelle des ganzen Körpers. Es ist ausserdem hervorzuheben, dass die Cutis des Schwanzes die einzige Stelle beim Hermelin ist, in welcher pigmentirte Bindegewebszellen gruppenweise vorkommen und zwar konnte ich dieselben auch wieder auf der Höhe der Wintersaison (2. Februar) am besten demonstriren (Fig. 9, bei e). Bei diesem Thier waren sie ausserordentlich zahlreich, während sie beim Thier vom 7. März erst nach längerem Suchen in den tiefsten Lagen der Cutis gefunden werden konnten. Die oberflächlichen Lagen der Cutis und die Epidermis des schwarzhaarigen Schwanzgebiets sind zu allen Zeiten pigmentlos.

Es fragt sich nun schliesslich noch, an welcher Stelle des atrophischen unterhalb der farblosen Kolbenwurzel befindlichen Haarbalges jener basale Pigmentfleck gelegen ist. Ich habe die Haut des Schwanzes beim Thier Nr. 2 vom 21. November, Nr. 7 vom 2. Februar und Nr. 3 vom 7. März an Schnittserien untersucht. Es sei hier beiläufig hervorgehoben, dass sich die groben Borstenhaare des Schwanzes durch sehr starke, schräg verlaufende, aus glatten Muskelfasern aufgebaute Arrectores pilorum auszeichnen. Auf die Drüsen der Haut will ich hier nicht eingehen, nur hervorheben, dass die Schweissdrüsen im Schwanzgebiet besonders gross und entwickelt sind, während sie am Rücken und Bauch nur feine, nicht zu einem Knäuel aufgewickelte epitheliale Canäle darstellen. Von den drei Thieren, welche mir Schnitte durch die Schwanzhaut geliefert haben, zeigte sich nun für die Frage nach der Lage des basalen Pigmentfleckes das vom 24. November nicht verwerthbar, da sich hier nur Papillenhaare fanden, die den basalen Pigmentfleck nicht zeigen; dagegen war in dem Thier vom 2. Februar die betreffende Pigmentansammlung unter den Kolbenwurzeln sehr stark (Fig. 9), in dem Exemplar aus dem Anfang März (Fig. 8) nur sehr schwach entwickelt. Ich habe aber bereits oben hervorgehoben, dass das Vorkommen des basalen Pigmentfleckes an die Kolbenhaare geknüpft ist, sehr selten an sich ablösenden Papillenhaaren vorkommt. Meine Schnitte lehren nun, dass das Pigment des basalen Pigmentflecks der Papille (Fig. 6 und 7) bezw. dem Papillensockel angehört, zu welchem letztere reducirt werden kann (Fig. 8 und 9, vergl. oben S. 545), seltener zugleich auch im epithelialen Strange sich befindet. Das Pigment liegt hier in den schmalen hellen Strassen zwischen den Kernen (Fig. 8), und es ist deshalb schwer zu entscheiden, ob noch im Zellkörper oder zwischen den Zellen. Im epithelialen Strange selbst fand ich bei dem Thier vom 7. März (Fig. 8) kein Pigment, wohl aber in einigen Fällen bei dem Winterhermelin

vom 2. Februar. Bei letzterem war die Papille ausserordentlich reich pigmentirt und auch noch nicht auf den Papillensockel reducirt, sondern noch leicht convex gegen den Epithelstrang vorragend, aber bedeutend niedriger, als die Papille des wachsenden oder sich ablösenden Papillenhaares. Ziemlich häufig fand sich auch Pigment innerhalb des WERTHEIM'schen (108) bindegewebigen „Haarstengels“ (Fig. 6). Es ist hier natürlich noch schwieriger zu entscheiden, ob das Pigment innerhalb der Bindegewebszellen der Papille und des Haarstengels oder zwischen ihnen in feinen Lymphspalten gelegen ist.

Ich komme auf diese Frage bei der allgemeinen Besprechung der Herkunft des Hautpigments wieder zurück. Hier interessirt am meisten die Thatsache, dass sich erst beim Winterthier und zwar erst nach vollendetem Wachsthum des Haares, meist erst unter der farblosen Kolbenhaarwurzel eine stärkere Pigmentirung der Papille einstellt, welche gegen das Frühjahr zu wieder abnimmt gleichzeitig mit einer Reduction der Papille, welche auf den Zustand des Papillensockels zurückkehrt. Es folgt daraus, dass diese Pigmentirung gerade dann am stärksten ist, wenn kein Pigment in der epithelialen Haarmatrix gebildet werden kann, um wieder zu verschwinden, bevor noch der Epithelstrang wieder produktiv wird. Da diese Pigmentirung der Papille erst beginnt, wenn die Umbildung des Papillenhaares in das Kolbenhaar erfolgt, und zwar seltener schon im ersten Stadium der Ablösung (Fig. 7), gewöhnlich erst am vollendeten Kolbenhaar, also erst dann, wenn die Pigmentbildung in der Haarmatrix aufgehört hat, so kann die bindegewebige Papillenpigmentirung nicht wohl als ein Vorstadium der epithelialen Haarpigmentirung angesehen werden, um so weniger, als gegen Ende des Winters (7. März) und Anfang des Frühlings (29. April) der basale Pigmentfleck an Grösse abnimmt und nahezu verschwindet. In den Papillen der Papillenhaare der Sommerthiere vom Juli (Nr. 12, 13) ist keine Spur von Pigment mehr zu finden, in den Herbstthieren mit Sommerkleid vom Anfang September (Nr. 14, 15) nur noch in den der daneben noch erhaltenen alten Kolbenhaare. Es kann also unmöglich der basale Pigmentfleck eine Phase der Einschleppung von Pigment in den neuen Haarkeim sein; in letzterem bildet sich das Pigment vielmehr direct im Epithel. Auch kommen pigmentirte Wanderzellen hier nur auf der Höhe der Wintersaison zur Beobachtung. Der basale Pigmentfleck scheint mir aber eine andere natürlichere Erklärung zu finden. Wir haben gesehen, dass mit Anfang des Winters die Pigment bildende Thätigkeit im grössten Theile der Haut erlischt, nur noch concentrirt erscheint auf die Schnauzenspitze und das schwarze Spitzengebiet des Schwanzes. In letzterem produciren die in den Kolbenzustand eingetretenen Haare nun aber auch kein Pigment mehr. Nehmen wir an, dass dennoch die Pigment bildende Thätigkeit in diesem Gebiet nicht

ganz erloschen ist und immer noch in denselben Bahnen erfolgt, wie zur Zeit der Pigmentirung der Haarmatrices, d. h. nach den Haarwurzeln zu, so würde das sonst in den Haarmatrices ausgeschiedene Pigment nunmehr in der Papille zur Ausscheidung kommen und bei Ueberproduction allenfalls noch im angrenzenden epithelialen Zapfen. Ich betrachte also die betreffende eigenthümliche Pigmentirung gewissermassen als eine compensatorische. Mit Beginn des Frühlings bildet sich dieselbe zurück und die Pigmentirung der im Sommer neu gebildeten Papillenhaare erfolgt rein epithelial. Es ist übrigens hervorzuheben, dass derartige basale Pigmentansammlungen schon von LANGER (46; Tafel II Fig. 6, 9 und 10) bei Kolbenhaaren beschrieben und abgebildet wurden; er deutet sie aber als erstes Stadium des Haarwechsels. Auch HEUSINGER (34) hat ein solches „schwarzes Kügelchen" bereits gesehen. Beide lassen aber daraus sich den neuen Haarkeim entwickeln, unterscheiden hier nicht scharf zwischen epithelialer und Papillen-Pigmentirung. Nach LANGER überkleidet „das dunkelpigmentirte Körner-Aggregat" die Oberfläche der Papille und „verlängert sich aufwärts spitzig zulaufend und repräsentirt das neu werdende Haar". Ich möchte hier ferner darauf aufmerksam machen, dass die Befunde, welche EHRMANN (17) an den Wurzeln weisser Haare des Menschen constatirte, sich ungezwungen in derselben Weise deuten lassen, wie meine Befunde an den Kolbenhaaren des Schwanzes beim Winterhermelin. EHRMANN fand mehrfach bei vollkommen farblosen Haaren Pigmentfiguren in der Papille, während das Haar selbst keine Spur von Pigmentirung erkennen liess.

Was endlich die Haut in der Gegend der Sinushaare und letztere selbst betrifft, so existirt hier eine echte epitheliale Pigmentirung der die Mündungen der Sinushaare umgebenden Epidermis. Wie die oben mitgetheilten Protokolle ergeben, erfolgt aber auch hier die Pigmentirung der epithelialen Theile der Haare ohne Betheiligung einwandernder pigmentirter Bindegewebszellen, und dasselbe gilt für die hier beobachtete Pigmentirung der Epidermis. Doch habe ich diese Gegend, wie schon oben erwähnt wurde, nicht so eingehend als die übrigen in den Kreis meiner Untersuchungen gezogen.

Kritische Besprechung der Frage nach der Herkunft des Epithelpigments.

Es bleibt mir nun noch übrig, die von mir in Betreff der Pigmentbildung beim Hermelin ermittelten Thatsachen zum Ausgangspunkt einer allgemeinen Besprechung der Frage nach der Herkunft des Hautpigments zu machen.

Für das Pigment der Haare im Gebiet der Rückenhaut des Hermelins glaube ich in dieser Arbeit bewiesen zu haben, dass es nicht als solches vom Bindegewebe aus eingeschleppt, sondern an Ort und Stelle, also innerhalb der Epithelzellen gebildet wird. Für die anderen von mir genauer untersuchten Localitäten, Schwanz und Nasenspitze, habe ich ebenfalls keine Thatsachen zu Gunsten der Einschleppungstheorie beibringen können; auch hier spricht Alles für eine unabhängige Entstehung des im Epithel befindlichen Pigments. Das Auftreten von pigmentirten Bindegewebszellen in der Cutis der schwarzbehaarten Schwanzspitze, sowie die Ablagerung von Pigment in der reducirten Papille der Kolbenhaare sind davon ganz unabhängige Thatsachen.

Woher stammt nun das epitheliale Pigment? Ich bin darin ganz mit Ehrmann (19) einverstanden, dass es nicht, wie Jarisch (37) meint, aus den Kernen entsteht, ebenso wie das beim Frosch-Embryo beobachtete Pigment nicht aus Dotterplättchen abzuleiten ist (s. oben). Ferner bin ich mit Ehrmann (19) der Meinung, dass es in letzter Instanz aus dem Blute stammt. Aber darin weiche ich von Ehrmann sehr wesentlich ab, dass ich für die Pigmentirung des Epithels keine vermittelnden einschleppenden Bindegewebszellen annehme, sondern die Pigmentirung der Bindegewebszellen aus der gleichen Quelle wie die der Epithelzellen ableite. Beiderlei Gewebszellen können vollständig unabhängig von einander Pigmentirung zeigen; es kann die epitheliale Pigmentirung allein oder gleichzeitig mit Pigmentirung von Bindegewebszellen vorkommen, oder es sind letztere allein pigmentirt, die Epithelzellen aber farblos. Als ein sehr schönes Beispiel letzterer Art, welches zugleich die Unabhängigkeit des Epithels von der Pigmentirung bindegewebiger Elemente auf das Schlagendste demonstrirt, beschreibe ich und bilde in Fig. 17 ab einen Durchschnitt durch die dauernd weisshaarige und an ihrer Oberfläche farblose Haut der Volarseite des Unterarms von Cercopithecus mona. Ich verdanke das Präparat und die Abbildung desselben den Untersuchungen des Herrn Dr. Oyarzun, jetzt in Santiago in Chile, der im hiesigen Institut sich eingehend mit der Frage der Pigmentirung der Affenhaut beschäftigt hat. Man sieht in der betreffenden Figur ein vollständig farbloses Kolbenhaar mit seiner Talgdrüse und dem Arrector, sowie eine vollständig farblose Epidermis. Auch die oberflächlichen Schichten der Cutis enthalten kein Pigment; dagegen befinden sich zahlreiche verästelte braun pigmentirte Bindegewebszellen in den tieferen Lagen der Cutis, dem Gefässverlauf folgend. Hier sind also zahlreiche „Chromatophoren“ vorhanden, ohne dass je eine Einwanderung in die oberen Schichten, geschweige denn in die Epidermis oder in den epithelialen Haarkeim erfolgt, da die betreffende Oberfläche der Haut zeitlebens unpigmentirt ist. Ich möchte also dies Präparat gewissermaassen als einen negativen Beweis gegen die Einschleppungstheorie betrachten.

Ich will mich nun aber hier nicht mit dem einfachen Nachweis, dass eine epitheliale Pigmentirung zweifellos vorkommt, begnügen, sondern den Versuch unternehmen, zu zeigen, dass die Entstehungsart des Epithelpigments, wie sie die Einschleppungstheorie lehrt, trotz der zahlreichen Beobachtungen, welche dieselbe beweisen wollen, durch das vorliegende Material meines Erachtens nicht sicher bewiesen ist. Ich vermeide aus den in der Einleitung angegebenen Gründen bei der Erörterung dieser Frage die Stichwörter autogen (autochthon) und hämatogen, da ich nicht daran zweifle, dass das körnige Pigment, wenn wir von den in der Einleitung von mir als oogen bezeichneten Fällen (z. B. Eier von Amphibien) absehen, in letzter Instanz aus dem Blute stammt; und selbst dies oogene Pigment muss ja während der Entwicklung des Eies im Ovarium selbstverständlich seine Muttersubstanz dem Blute entnehmen. Einen hämatogenen Ursprung des Epithelpigments stelle ich also durchaus nicht in Abrede, nur möchte ich hervorheben, dass es nicht nöthig ist, dass gerade der Blutfarbstoff, das Hämoglobin, es sein müsse, aus welchem das körnige Pigment des Epithels hervorgehe. Die Möglichkeit einer Entstehung aus dem Blutplasma ist nicht ausgeschlossen. In den Fällen, in welchen nur eine epitheliale Pigmentirung existirt, nirgends zwischen den pigmentirten Epithelzellen und den am weitesten vordringenden Blutcapillaren Pigmentkörnchen, weder frei, noch in Bindegewebszellen wahrgenommen werden können, bleibt wohl keine andere Annahme übrig, als dass die pigmentbildende Substanz als farblose Flüssigkeit von der Blutbahn aus durch Vermittlung der von LEYDIG (49) zuerst bei Wirbellosen entdeckten, von PFITZNER (70, 71) und P. und FR. SARASIN (85) genauer beschriebenen, von KEY und RETZIUS (41) sowie von J. ARNOLD (3, 4) injicirten feinen Lymphwege zunächst in die Intercellularlücken des Epithels gelangt und dass aus dieser farblosen Flüssigkeit durch Eigenthätigkeit der Epithelzellen das körnige Pigment ausgeschieden wird. Bei dieser Annahme wird verständlich, wie im Anfange der Pigmentbildung die Pigmentkörnchen äusserst fein sind, bei reichlicherer Pigmentirung immer gröber werden. Je feiner die Pigmentkörnchen, desto heller, je gröber, desto dunkler erscheinen sie. Dasselbe körnige Pigment macht im ersten Falle den Eindruck eines gelblichbraunen, im zweiten Falle den eines schwarzbraunen oder schwarzen Pigments. — Auch für das Pigment des Ovarial-Eies der Amphibien dürfte zwar des hämatogene Ursprung im Allgemeinen, aber nicht die Entstehung aus Hämoglobin bewiesen sein. Für letztere Annahme hat man durchaus keinen Anhaltspunkt, da weder extravasirte rothe Blutkörperchen noch pigmentirte Wanderzellen in der Substanz des normalen wachsenden Ovarial-Eies gefunden werden. Ich möchte also sowohl für die epitheliale als oogene Pigmentirung

nicht das farbige Hämoglobin, sondern eine farblose „chromogene Substanz“ als Muttersubstanz annehmen.

Auch für andere normale Pigmente, welche nicht, wie die eben erwähnten der Epidermis und der Haare oder des Eies zu den melanotischen gehören, z. B. der Nieren, Samenbläschen, des Herzens und Nebenhodens, ist ein Ursprung aus dem Hämoglobin nach den Untersuchungen von MAAS (53) nicht nachgewiesen; ferner ist nach demselben Autor eine Pigmentübertragung für das Pigment des Herzens und der Nebennieren ausgeschlossen, für die anderen Pigmente nicht erwiesen, sodass MAAS die pigmenthaltigen Zellen der genannten Organe selbst für die Bildner ihres Farbstoffs hält.

Diesen negativen Angaben gegenüber möchte ich indessen einen Fund besonders hervorheben, welcher wohl keine andere Deutung zulässt, als dass hier ein „physiologisches“ Pigment direct auf den Blutfarbstoff zurückgeführt werden muss. Es ist dies die Uterinschleimhaut brünstiger Thiere. Derartige Pigmentirungen sind zuerst von SOLOWJEFF,[1]) dann von ALTMANN (115) in der Uterinschleimheit brünstiger Hündinnen und bei Ablösung der Placenta beschrieben und auf Blutungen zurückgeführt worden. Sodann hat BONNET (116, 117) dieselben in der Uterinschleimhaut trächtiger Schafe gefunden, des gleichen im trächtigen oder kurz vorher brünstig gewesenen Uterus der Ziege und Kuh, des Meerschweinchens und der Ratte nachweisen können. Dass diese Pigmentirung auf Blut-Extravasate zurückzuführen ist, darin stimmt KAZZANDER (118), der neueste Untersucher, mit BONNET überein, nur dass er eine Thätigkeit von Wanderzellen, die BONNET annimmt, bei diesem Processe zurückweist.

Somit führt diese physiologische Extravasat-Pigmentirung der Uterinschleimhaut direct über zu der Klasse pathologischer Pigmente, welche sich an Stelle von Blut-Extravasaten bilden. Der hämoglobinogene Ursprung des hier entstehenden körnigen eisenhaltigen Pigments, des Hämosiderin von NEUMANN (69), ist allgemein anerkannt. Ich leugne somit durchaus nicht für einen Theil der Pigmente aus der Gruppe der „Melanine“ die Abstammung vom Blutfarbstoff. Für eine andere Klasse von Melaninen aber, die Pigmente melanotischer Tumoren, die sich von dem körnigen Pigment der Blutergüsse wesentlich unterscheiden, ist die Entstehung aus dem Blutfarbstoff keineswegs erwiesen, wird vielmehr von einem so erfahrenen und kritischen Beobachter, wie v. RECKLINGHAUSEN (78; S. 445), direct zurückgewiesen.

Ueberhaupt ist davor zu warnen, die verschiedenen bräunlichen oder schwärzlichen körnigen Pigmente, die man mit dem gemeinschaftlichen Namen der Melanine bezeichnet, nur ihres optischen Verhaltens

---

[1]) Citirt bei ALTMANN (115) und BONNET (117).

wegen für identisch zu erklären. Optisch gleiche Pigmente können chemisch ganz verschieden sein.

Es ist ja deshalb auch auf die mikrochemischen Reactionen viel Gewicht gelegt. Man hat eisenhaltige und eisenfreie Melanine unterschieden und war stets geneigt, in dem mikrochemischen Nachweis von Eisen, der mittelst der von PERLS (72), QUINCKE (75) und Anderen angegebenen mikrochemischen Eisenreactionen geschah, einen sicheren Beweis für die Entstehung der betreffenden Pigmente aus Hämoglobin zu sehen. Dem gegenüber möchte ich nun zunächst daran erinnern, dass nach den Untersuchungen von M. B. SCHMIDT (87) ein negativer Ausfall der mikroskopischen Eisenreaction durchaus nicht massgebend für die Beurtheilung einer Abstammung des untersuchten körnigen Pigments vom Hämoglobin sein kann, da zweifellos aus dem Blutfarbstoff entstandene Pigmente nach einer bestimmten Zeit keine Eisenreaction mehr geben. Aus diesem Grunde will ich denn auch nicht viel Gewicht darauf legen, dass das Pigment der Epidermis und der Haare keine mikroskopische Eisenreaction giebt. Ich möchte überhaupt vor einer Ueberschätzung dieser Reaction warnen. Es sei aber dennoch bemerkt, dass auch an den braunen Sommerhaaren des Hermelins nach Anwendung der Methode von PERLS keine Eisenreaction eintrat. Ungleich sicherer ist die makrochemische Untersuchung der Melanine. Sie hat indessen ebenfalls zu sehr verschiedenen Resultaten geführt. Ohne hier auf die ganze umfangreiche Literatur einzugehen, will ich nur Folgendes hervorheben. Nach den Analysen von BERDEZ und NENCKI (67) sind sowohl der Farbstoff melanotischer Sarkome (Phymatorhusin) als die schwarze Afterfärbung bei Schimmeln (Hippomelanin) eisenfrei, dagegen schwefelhaltig; das Gleiche gilt nach MIURA (62) für das Pigment melanotischer Pferdemilz, während andererseits MÖRNER (63) das Pigment der Lymphdrüsen eines an melanotischen Sarkomen zu Grunde gegangenen Patienten sowohl schwefel- als eisenhaltig fand, es aber trotzdem mit dem Phymatorhusin NENCKI's identisch erklärt, das ursprünglich eisenhaltig sei. Dem gegenüber weisen in einer späteren Arbeit NENCKI und SIEBER (68) darauf hin, dass die menschlichen pathologischen Melanine unter einander nicht identisch sind: aus der schwarzen Haut einer Patientin mit Morbus Addisonii vermochten sie kein Phymatorhusin darzustellen.

Dies führt aber in das Gebiet der normalen Hautfarbstoffe hinüber, die uns in erster Linie interessiren. Auch hier besteht keine volle Uebereinstimmung. Das schwarze Pigment der Negerhaut soll nach FLOYD (25) Eisen enthalten (2,28 % der Asche). Die Mehrzahl der Untersucher erklärt aber das Pigment der Haut und Haare für eisenfrei. Ich erwähne in dieser Hinsicht nur, dass nach SIEBER (94) sowohl der Farbstoff schwarzer menschlicher Haare als von Rosshaaren eisenfrei sind, dass aber beide sich verschieden verhalten, indem der

erstere dem Phymatorhusin NENCKI's, letzterer dem Hippomelani
SIEBER schliesst aus seinen Befunden, dass der Farbstoff d
nicht vom Blutfarbstoff abstammen könne.

Auch für das Pigment der Chorioides und des Pigmentepi
Retina gehen die Meinungen noch auseinander. MAYS (57) fa
sein aus Frosch- und Säugeraugen dargestelltes Fuscin wen
haltige Asche hinterliess, während sowohl SIEBER (94) als
FELD (35) das Pigment der Chorioides vom Rind eisenfrei fa

ABEL (1; S. 216) schliesst aus diesen Befunden geradezu
sehr wahrscheinlich, dass die Bildung des Farbstoffs der C
und der Haare mit der Bildung des Blutfarbstoffs nichts zu
und, wenigstens was die schwefelhaltigen Melanine betrifft, ist
dass das Material, woraus sie gebildet werden, Eiweiss sein m
den schwefelhaltigen Melaninen gehören unter anderen nach SI
das Pigment der menschlichen Haare, der Haare des Pfer
Afterfärbung der Schimmel, also im Allgemeinen die Haut
während das Pigment der Chorioides nicht nur kein Eisen,
auch keinen Schwefel enthält.

Trotz der vielen Widersprüche auf diesem schwierigen G
doch jedenfalls der Schluss vollständig unbestreitbar, dass die
vorliegenden chemischen Untersuchungen keineswegs zu der
berechtigen, es müsse das Hautpigment dem Blutfarbstoff ent
hämoglobinogen sein. Wenn nun die Muttersubstanz des E
ments wahrscheinlich nicht im Blutfarbstoff zu suchen ist,
nichts Anderes übrig, als flüssige Bestandteile des Plasmas a
des Epithelpigments zu betrachten. Ich möchte dabei aber
ein gelöstes Pigment denken, wie dies BOCCARDI und AREN
das Haarpigment in einer bemerkenswerthen Arbeit annehme
ihrer Meinung soll das körnige Pigment der Haare durch Ver
der Flüssigkeit aus dem gelösten Pigment in Form feinster
entstehen; das gelöste Pigment aber werde in der Haarpapille
und werde durch verschiedene Kräfte in das Haar beförde
denen, abgesehen vom Capillardruck, die Verdunstung der F
an der Oberfläche des Haares eine Rolle spiele. Wenn ich
fasser recht verstehe, so ist dies in der Papille gebildete
identisch mit dem pigmento liquido und diffuso, welches i
Haaren (blonden, rothen) über das körnige Pigment überwieg
Beweis für ihre Hypothese bringen die Verfasser nicht. Mir
gelungen, ein Vorstadium diffuser Färbung der Papille oder d
zwiebel bei der Pigmentbildung in den Haaren zu finden; s
das Pigment im farblosen Gewebe feinkörnig auf. Nun bes
dings die übliche Schuldarstellung der Lehre vom Haarpigm
man für die Beurtheilung der Haarfarbe morphologisch zwei
dene Farbstoffe zu unterscheiden haben, nämlich erstens das

bestrittene körnige Pigment, zweitens einen diffusen gelblichen Farbstoff („Eigenfarbe der Haarzellen“ UNNA), der besonders die gelben, blonden und in geringer Modification des Farbentons die rothen Haare charakterisire. Schon WALDEYER (104; S. 18) betont ausdrücklich, dass das körnige Pigment auch den hellen Haaren nie fehle. Die betreffende Stelle lautet: „je lichter das Haar, desto weniger dieses körnigen Rindenpigments ist vorhanden; doch erinnere ich mich nicht, auch nur ein Haar (abgesehen vom völlig ergrauten und vom rein weissen Thierhaar) je gesehen zu haben, dem es ganz gefehlt hätte.“ Ich möchte nach meinen eigenen Untersuchungen über die Färbung blonder und rother Haare des Menschen noch weiter gehen und die sogenannte Eigenfarbe oder das diffuse gelöste Pigment der Haare gänzlich in Abrede stellen. Ich habe blonde Haare des Menschen verschiedenster Schattirung vom hellsten bis zum dunkelsten Blond und von den verschiedensten Altersstadien untersucht und mich mittelst Anwendung der besten optischen Hilfsmittel (homogenen apochromatischen Immersionen von SEIBERT und ZEISS) nicht von dem Vorhandensein eines diffusen Pigments in irgend einer der Haarsubstanzen überzeugen können. Stets war feinkörniges Pigment vorhanden, spärlicher und äusserst feinkörnig bei hellblonden Haaren, reichlicher und weniger fein granulirt bei dunkelblonden. Bei mittleren Vergrösserungen und selbst bei Untersuchung mittelst stärkerer Trockensysteme erhält man allerdings den Eindruck einer diffusen Färbung. Eine gute homogene Immersion lehrt aber als Grundlage dieser scheinbar diffusen gelblichen Färbung überall Pigmentkörnchen erkennen, die bei scharfer Einstellung in vollständig farbloser Umgebung sich befinden, während sie bei nicht scharfer Einstellung gelbliche Zerstreuungskreise liefern. Da nun die betreffenden Haare in jeder Querschnittsebene zahlreiche Pigmentkörnchen enthalten, so wird man bei Einstellung auf irgend eine Längsschnittebene eines in toto auf den Objectträger gebrachten Haares stets neben scharf eingestellten Pigmentkörnchen einen diffusen Farbenton erhalten, erzeugt durch die oberhalb und unterhalb der Einstellungsebene befindlichen Körnchen. Da letztere nun gewöhnlich nicht gleichmässig zerstreut, sondern in Gruppen, die zu feinen Längsstreifen angeordnet sind, vorkommen, so ist auch die als rein optische Erscheinung aufzufassende „diffuse Färbung“ nicht gleichmässig, sondern an die Nachbarschaft solcher Gruppen gebunden, welche von gelben Höfen umgeben erscheinen. Wo keine Pigmentkörnchen sich finden, erscheint die Haarsubstanz vollkommen farblos, ebenso an feinen Querschnitten.[1]) Was nun ferner die rothen Haare betrifft, so liegt

[1]) Die gelbliche Verfärbung, welche vollkommen pigmentlos angelegte weisse Haare erleiden können, wie die am Bauch des Sommer-Hermelins (vergl. oben S. 498) ist mit der sogenannten diffusen Färbung blonder Haare nicht zu ver-

mir allerdings noch nicht so reichliches Material vor, wie für die blonden. In den Fällen aber, die ich bisher untersuchen konnte, vermochte ich bei Anwendung der besten optischen Hilfsmittel ebenfalls die scheinbar diffuse fleckige rothe Farbe in feinste Körnchen aufzulösen. Ich will aber damit über diese rothe Haarfarbe noch kein abschliessendes Urtheil ausgesprochen haben. Auch verzichte ich hier auf eine ausführliche Erörterung der „Eigenfarbe" der Epidermis. Bekanntlich hat man von einer „Hornfarbe" des Stratum corneum gesprochen. Auch findet sich mehrfach die Angabe, dass das Stratum Malpighii selbst an den Stellen, die vollständig frei von Pigmentkörnchen sind, eine gelbliche Farbe besitze. An Schnitten durch Hautstücke, welche in Alkohol erhärtet sind, kann man in der That eine solche „diffuse Färbung" des Stratum Malpighii wahrnehmen, die auch nicht auf Zerstreuungskreise etwa in dieser Schicht enthaltener Pigmentkörnchen zurückzuführen ist. Wie ich mich vielfach überzeugt habe, fehlt aber diese Färbung der tieferen Epidermisschichten gänzlich an Schnitten, welche mittelst des Gefrier-Mikrotoms von ganz frischen Hautstücken gewonnen wurden und zwar von Personen verschiedensten Alters (1, 3, $3^1/_2$, 44, 46, 70, 81 Jahr) und verschiedenster Haarfarbe. Ich benutzte als Untersuchungsmaterial vorzugsweise die Haut der Fingerbeeren. Stets zeigte sich das Stratum Malpighii im durchfallenden Licht vollkommen farblos, abgesehen natürlich von etwa vorhandenen Pigmentkörnchen, dagegen im auffallenden Licht opak, weiss, das Licht stark reflectirend und zwar nicht bloss in der schmalen Zone des Stratum granulosum, wie es Unna annimmt, sondern bis zur Bindegewebsgrenze hin. Die an Alkohol-Präparaten beobachtete gelbe Farbe kann demnach nur darauf zurückzuführen sein, dass in Folge der Alteration durch das angewandte Reagenz „Structurfarben" auftreten, die also auf rein physikalische Verhältnisse, nicht auf die Anwesenheit eines gelösten Farbstoffs, zurückzuführen sind. Wenn im Stratum corneum ein leicht gelblicher Ton beobachtet wird, wie ich es auch an Gefrier-Mikrotomschnitten zuweilen wahrnehmen konnte, so dürfte dies ebenfalls nicht auf einen imbibirenden flüssigen Farbstoff, sondern auf rein physikalische Erscheinungen zurück zu führen sein. Nicht verschweigen will ich, dass ich in einigen Fällen an dicken Gefrier-Mikrotomschnitten durch die Haut auch im Stratum Malpighii bei durchfallendem Licht einen leicht gelblichen Farbenton wahrnahm. Man könnte daraus schliessen wollen, dass dennoch ein gelblicher Farbstoff in äusserst verdünnter Lösung die Epidermis durchtränke, dass also die letztere eine Eigenfarbe besitze. Allein unter denselben Bedingungen hat auch die Grundsubstanz des Cutisbindegewebes, haben

echseln; sie ist eine davon total verschiedene, bisher allerdings noch nicht aufgeärte Erscheinung.

die Schweissdrüsenkanäle und die Wandungen der Blutgefässe einen solchen gelblichen Ton. Wollte man hieraus auf einen diffusen Farbstoff schliessen, so müsste man ihn allen übrigen Bestandtheilen der Haut zuschreiben, auch solchen, die niemals körniges Pigment zeigen, und damit würde dieser diffuse Farbstoff für die Frage nach der Herkunft des körnigen Hautpigments gegenstandslos geworden sein. Ich glaube aber, dass jene Bilder keineswegs für einen specifischen gelösten Farbstoff beweisend sind, dass wir es vielmehr hier wohl nur mit den gelblichen Tönen, wie sie dem Blutplasma zukommen, zu thun haben.

Somit möchte ich mich sowohl gegen die Existenz eines präformirten gelösten „Farbstoffs" in der Epidermis und Cutis, als in der Haarsubstanz erklären. Wenn mir aber darin zugestimmt werden sollte, so ist die Annahme von Boccardi und Arena, dass ein in der Haarpapille sich bildendes gelöstes Pigment als Vorstufe des körnigen zu betrachten sei, nicht haltbar. Ich füge noch hinzu, dass ich während des Processes der ersten Anlage und der Neubildung von Haaren nie eine diffuse Färbung der Papille oder der jungen Haarsubstanz auftreten sah.

Nach Allem bleibt nun nichts weiter übrig als die Muttersubstanz des körnigen Pigments in der Blutflüssigkeit zu suchen, in der Flüssigkeit, welche als Ernährungsstrom Bindegewebe und Epithel durchtränkt. Es wird bei dieser Annahme begreiflich, dass die Abscheidung körnigen Farbstoffs bald nur im Bindegewebe, bald nur im Epithel, bald in beiden erfolgt.

Ich habe im Vorstehenden zunächst meinen Standpunkt gegenüber der Frage nach einer hämatogenen Entstehung des körnigen Pigments gekennzeichnet. Auch ich halte eine hämatogene Entstehung des Epithelpigments für sicher, eine Entstehung aus dem Blutfarbstoff aber für zweifelhaft. Die hämatogene Entstehung des Pigments fasse ich aber so auf, dass es eine die Gewebe durchtränkende farblose Flüssigkeit ist, aus der unter geeigneten Bedingungen körniges Pigment ausgeschieden wird. Beschränken wir die folgenden Betrachtungen, wie bisher, auf die normale Haut, so ist mittelst des in dieser Arbeit vorgebrachten Materials sicher nachgewiesen: 1. dass eine Pigmentirung der Cutis vorkommen kann bei vollständiger Farblosigkeit der Epidermis und der Haare (Volarseite des Unterarms von Cerropithecus mona), 2. dass eine rein epitheliale Pigmentirung vorkommt ohne Spur von Pigment im unterliegenden Bindegewebe (Haaranlagen der Rückenhaut des Hermelins, embryonale Haare). In diesen beiden Fällen habe ich nur die zelligen Elemente des betreffenden Gewebes, dort Bindegewebszellen, hier Epithelzellen, mit Pigmentkörnchen durchsetzt gefunden. Hier liegt es also nahe, einer Eigenthätigkeit der Zellen die Pigmentbildung zuzuschreiben. Für das Bindegewebe liefern die Saftbahnen, für das Epithel die damit communicirenden Intercellular-

lücken die Wege, auf welchen die chromogene Flüssigkeit die betreffenden Zellen erreicht. Eine Betheiligung von Bindegewebszellen irgend welcher Art an der Pigmentirung des Epithels war in unserem Falle mit Sicherheit auszuschliessen. Complicirter scheinen die Verhältnisse sich zu gestalten bei gleichzeitiger Pigmentirung von Epithel und Bindegewebe. Hier ist das strittige Gebiet, hier wurde die epitheliale Pigmentirung bisher mit überwiegender Majorität auf das Bindegewebe zurückgeführt und zwar wiederum von der Mehrzahl der Autoren auf pigmentirte Wanderzellen des Bindegewebes. Diese Ansicht ist gegenwärtig so herrschend geworden in der biologischen Literatur, dass sie bereits in Lehrbüchern mehrfach als sichere Thatsache mitgetheilt wird, so in KÖLLIKER's Gewebelehre (42; S. 201), in BONNET's Grundriss der Entwicklungsgeschichte der Haussäugethiere (S. 97). KÖLLIKER (43; S. 202) macht allerdings, wie bereits in der Einleitung hervorgehoben wurde, auf einige Ausnahmen aufmerksam (Pigmentlage der Netzhaut, pigmentirte Nervenzellen), auch setzt er hinzu: „Ausserdem bieten auch wirkliche Oberhäute, wie diejenigen der gefärbten Stellen der Weissen einer Erklärung im Sinne von AEBY annoch grosse Hindernisse, indem es in vielen Fällen nicht möglich ist, ein Einwandern gefärbter Bindegewebszellen nachzuweisen, ja selbst nicht einmal solche Zellen in der Nähe des pigmentirten Epithels zu finden". Dass aber KÖLLIKER trotzdem eine Einschleppung des Pigments in das Epithel durch Bindegewebszellen als Regel ansieht, geht aus dem Haupttext hervor. Würde man sich dieser Auffassung anschliessen, so hätte man damit zwei verschiedene Arten der Entstehung des Epithelpigments (Epidermis, Haare) zugegeben, 1. eine directe Entstehung des Pigments in den Epithelzellen und 2. eine Entstehung des epithelialen Pigments auf indirectem Wege durch Uebertragung bereits fertig gebildeten Pigments von wandernden Bindegewebszellen auf Epithelzellen. Im ersteren Falle wären die Epithelzellen pigmentbildend, im zweiten pigmentaufnehmend. Nun ist ja von vornherein nichts gegen die Möglichkeit zu sagen, dass eine Pigmentirung des Epithels auf verschiedenem Wege erfolgen könne. Es ist aber jedenfalls auffallend, dass dann bei dieser Annahme in einer grossen Reihe von Fällen ein äusserst complicirter Weg eingeschlagen würde, um das zu erreichen, was in anderen Fällen unter scheinbar ganz ähnlichen Bedingungen direct erreicht wird. Das Bestreben, diese complicirteren Fälle in dem Lichte betrachten zu können, welches die einfachen verbreiten, ist deshalb wohl gerechtfertigt. Ich will daher den Versuch unternehmen, zu zeigen, ob nicht die bisher als Beweise für die Einschleppungstheorie angeführten Befunde auch in einem anderen Lichte erscheinen, anders gedeutet werden können. Zunächst möchte ich hervorheben, dass es bisher überall bei der Erklärung organischer Formen Regel gewesen ist, für einen bestimmten Entwicklungs-

process nicht Material als Ausgangspunkt für die Deutung zu benutzen, welches den wahren Vorgang durch allerhand Complicationen schwer erkennen lässt. Man wird nicht, um ein Beispiel anzuführen, um die Grundzüge der ersten Embryonalformen der Wirbelthiere, z. B. die Gastrulation, kennen zu lernen, zum Ausgangspunkt der vergleichenden deutenden Betrachtung die mit gewaltigem Dottermaterial belasteten meroblastischen Eier der Reptilien und Vögel wählen dürfen. Ebensowenig wird man, wenn man die Frage nach einer selbstständigen Entstehung des Epithelpigments beantworten will, Material wählen dürfen, welches durch intensive Pigmentirung ausgezeichnet sowohl im Bindegewebe wie im Epithel die reichhaltigsten Pigmentablagerungen erkennen lässt. Hier wird es schwer sein, das eine vom andern zu sondern. Meines Erachtens sind von vornherein wegen ihrer Einfachheit und Uebersichtlichkeit Fälle mässiger Pigmentirung, wie ich sie in vorliegender Abhandlung beschrieben habe, geeigneter. Im Gegensatz dazu ist aber vielfach gerade besonders pigmentreiches Material zu Gunsten der Einschleppungstheorie ins Feld geführt worden.

Eine zweite allgemeine Bemerkung bezieht sich auf die Art der Beschreibung der gefundenen Bilder. Während doch die betreffenden Untersuchungen nur an Schnitten fixirten Materials vorgenommen werden konnten, an denen man höchstens das Nebeneinander verschiedener Zellformen constatiren kann, aber nicht mehr die etwaigen Einwirkungen der einen auf die anderen,[1]) werden die erhaltenen Präparate meist ohne Weiteres so beschrieben bezw. gedeutet, dass man sagt, die im Epithel gefundenen sternförmigen Zellen sind in dasselbe eingewanderte Bindegewebszellen, haben sich an die Epithelzellen angelegt und an dieselben Pigment abgegeben. Wenn ich nun auch weit davon entfernt bin, das Vorkommen Pigment beladener Wanderzellen (Melanocyten) im Epithel zu leugnen, wenn ich auch zugebe, dass dieselben der Gestalt der Intercellularlücken sich anpassend lange Ausläufer erhalten, sternförmig werden können, sich also auch den Oberflächen der begrenzenden Epithelzellen unmittelbar anschmiegen, so ist doch eine Abgabe von Pigment von Seiten der betreffenden Melanocyten an die Epithelzellen n i e d i r e c t g e s e h e n worden, sondern nur aus dem neben einander erschlossen.

Wenn ich nun zur speciellen Erörterung der Bilder übergehe, welche als beweisend für die Einschleppungstheorie beschrieben wurden, so habe ich in erster Linie mich mit den „s t e r n f ö r m i g e n P i g m e n t z e l l e n“ d e s E p i t h e l s zu befassen, die im Sinne jener Theorie

[1]) Ich leugne selbstverständlich nicht, dass man die Chromatophoren der Haut des Frosches und anderer Thiere in den verschiedenen Bewegungsphasen fixiren und daraus einen Schluss auf die Bewegungen selbst ziehen kann; ich stelle aber in Abrede, dass man auf diesem Wege eine Uebertragung von Pigmentkörnchen von einer Bindegewebszelle auf eine Epithelzelle sicher nachweisen kann.

als die activen Träger des in der Nachbarschaft der Blutgefässe gebildeten körnigen Pigments zu den Epithelzellen aufzufassen sind. Da ist nun zunächst anzuführen, dass durch ihr Vorhandensein, auf welches zuerst LEYDIG (50) bei Fischen und Amphibien aufmerksam machte, durchaus nicht in allen Fällen eine Pigmentirung der Epithelzellen, zwischen welche sie eingewandert sind, bedingt ist. Ich möchte in dieser Beziehung besonders auf die sehr klaren Abbildungen verweisen, welche F. SCHULZE (90) von verästelten Pigmentzellen der Fischepidermis gegeben hat. Es sind hier die wechselgestaltigen sternförmigen pigmentirten Zellen als einzige pigmentirte Elemente in der sonst farblosen Epidermis dargestellt. Dass wir es in diesem Fall mit eingewanderten Melanocyten zu thun haben, daran möchte auch ich um so weniger zweifeln, als H. MÜLLER (65) an den pigmentirten Zellen der Fischepidermis Bewegungserscheinungen zu constatiren vermochte. Hierher gehören auch die Fälle verzweigter pigmentirter Zellen in sonst pigmentlosem Epithel, deren z. B. ich einen vor Jahren beschrieben habe (91). Es beziehen sich die betreffenden damals von mir beschriebenen Präparate auf die Papillae vallatae des Schafes. Aehnliches scheint auch an anderen Orten gesehen zu sein, z. B. von RIBBERT (81) in der Haut des Schweines. Es wäre sehr wünschenswerth für künftige Untersuchungen, jedesmal beim Vorkommen pigmentirter polymorpher Zellen im Epithel, die nach allen ihren Eigenschaften Wanderzellen gleichen, darauf zu achten, ob die eigentlichen epithelialen Zellen ebenfalls Pigment enthalten oder nicht und ob dies Pigment in beiderlei Gebilden sich verschieden verhält.

Sollten nun auch aus dem eben angedeuteten Grunde, dass möglichenfalls bei diesen älteren Beobachtungen das eigentliche Epithelpigment übersehen sei, jene oben angeführten Beispiele nicht als streng beweisend für das Auftreten von Melanocyten im Epithel ohne Pigmentirung des letzteren anerkannt werden, so gilt dies doch nicht für einen meines Erachtens ganz überzeugenden Fall aus dem Gebiete der pathologischen Anatomie. v. WILD (110) fand in einem Fall von primärem Melanosarkom der rechten grossen Zehe die sonst normale Haut, welche die oberflächlich gelegenen Tumormassen überzog, an einer etwa erbsengrossen Stelle tiefbraun, fast schwarz gefärbt. Die mikroskopische Untersuchung ergab hier in vielen Papillen der Cutis „unregelmässige schwarze Massen, von denen dicke Stränge nach Art von Gefässen ramificirt nach der Peripherie zu ausgehen, wo sie allmählich dünner werden und in feinen Verästelungen enden. In ihrer Fortsetzung liegen dann peripheriewärts ebenfalls ramificirte, theils pigmentirte, theils unpigmentirte unter einander zusammenhängende Zellen, wie in den übrigen Papillen. Eine solche Papille macht den Eindruck, als wenn das Lymph- und Saftkanalsystem mit einer schwarzen Pigmentmasse ausgespritzt wäre und als ob die

peripheren Zellen innerhalb der feinen Ausläufer der Saftkanäle gelegen wären". Ich führe diese Stelle hier wörtlich an, weil ich unten darauf zurückkommen werde. Für die gegenwärtig uns hier beschäftigende Frage ist der Befund im Epithel ungleich wichtiger. Hier wurden an verschiedenen Stellen verästelte Pigmentzellen in den tiefen Schichten der Epidermis gefunden, während die Epithelzellen selbst bei vollständig normaler Beschaffenheit niemals pigmentirt waren. Wenn wirklich derartige Melanocyten das Epithelpigment liefern, so ist nicht einzusehen, warum sie in diesem Falle mächtigster Pigmentproduction nicht ihren Ueberschuss an die eigentlichen Epithelzellen abgegeben haben. Auch v. WILD ist der Meinung, dass der von ihm beschriebene Fall „gegen die Ansicht AEBY's und KARG's" spreche. Ich möchte ferner den von BONNET (9) beschriebenen Fall von Eingeweidemelanose beim Kalb hier heran ziehen; im Epithel der betreffenden Organen wurde trotz ausgedehnter Pigmentirung des Bindegewebes kein Pigment gefunden.

Untersuchen wir nun die Fälle, in welchen die sternförmigen pigmentirten Gebilde des Epithels zusammen mit gewöhnlichen pigmentirten Epithelzellen vorkommen.[1]) Hier möchte ich zwei Fälle unterschieden wissen, die bei der gewöhnlichen Discussion nicht immer scharf auseinander gehalten sind. 1. Es finden sich die sternförmigen pigmentirten Gebilde nur im Epithel, aber nicht im unterliegenden Bindegewebe, und 2. Es finden sich die sternförmigen pigmentirten Gebilde sowohl im Epithel als im unterliegenden Bindegewebe. Zu der ersten Kategorie gehört der grössere Theil der Fälle, welche KÖLLIKER (42) beschreibt und durch Abbildungen vortrefflich illustrirt. In der Mehrzahl seiner Abbildungen, welche menschliche Haarwurzeln, den Bast des Hirschgeweihes, Fingerhaut und Nagel vom Gorilla, Haut von Balaena australis und Federkeime vom Hühnchen vom 14. Brüttage betreffen, findet sich keine Spur von pigmentirten Zellen in dem unter dem Epithel gelegenen Bindegewebe. Im Text wird das Vorkommen letzterer nur von der Papille menschlicher Haare, aus der Haut des Negers und den pigmentirten Oberhautstellen der kaukasischen Raçe, sowie vom Nagelwurzelbett des Gorilla angegeben. Sehen wir von diesen Ausnahmen ab und halten wir uns an die schönen Abbildungen, so finden wir sternförmige pigmentirte Gebilde der verschiedensten Art in den verschiedenen epithelialen Gebilden, ohne dass pigmentirte Zellen im unterliegenden Bindegewebe vorhanden sind. Von Formen, die sich der Gestalt einer Kugel oder eines Polyeders nähern (Epidermis von Balaena) sind alle möglichen Uebergänge bis zu Sternformen mit lang ausgezogenen Strahlen (Bast des Hirschgeweihs, Epidermis

---

[1]) Die folgenden Betrachtungen beziehen sich nahezu ausschliesslich auf die Epidermis und Epidermoidalgebilde der Säugethiere.

der Fingerbeere des Gorilla) wahrzunehmen. Ueberdies giebt es Bilder, welche in grösseren Epithelbezirken nur ein Netz pigmentirter Fäden entsprechend der Anordnung der Intercellularlücken erkennen lassen, wie es z. B. in KÖLLIKER's Fig. 4 von einer menschlichen Haarzwiebel abgebildet ist. Aus KÖLLIKER's Fig. 3 ist zu ersehen, dass die betreffenden intraepithelialen sternförmigen Gebilde alle möglichen Uebergänge zu den gewöhnlichen Epithelzellen darbieten können. Jedenfalls ist in den Fällen, wo eine Pigmentirung des Bindegewebes gänzlich fehlt, der Nachweis nicht geführt, dass die fraglichen Gebilde aus dem Bindegewebe stammen.

Ich kann also diese zahlreichen Fälle als beweisend für die Einschleppungstheorie nicht anerkennen. Noch weniger kann ich aber BONNET's Fig. 1 (9) vom Sohlenballen der Katze als beweiskräftig ansehen. Hier sind einzelne rundliche oder eckige stark pigmentirte Zellen in den tiefsten Schichten des Epithels abgebildet, welche keine Aehnlichkeit z. B. mit den eingewanderten Melanocyten der Fischepidermis besitzen, ebensowenig aber mit den exquisiten Sternfiguren der meisten KÖLLIKER'schen Bilder. Neben den pigmentirten Zellen finden sich innerhalb des Epithels noch kleinere und grössere Gruppen von Pigmentkörnchen, deren genauere Lage zu den Epithelzellen aus der Abbildung nicht gut zu ersehen ist. Auch für die Federkeime des Hühnchens muss ich nach den vorliegenden Untersuchungen und Abbildungen von KÖLLIKER (42) und HAECKER (31) behaupten, dass eine Entstehung des hier auftretenden epithelialen Pigments von eingewanderten Pigmentzellen aus hier durchaus nicht nachgewiesen ist, da, wie namentlich Fig. 1 von HAECKER (Hühnchen vom 10. Tage der Bebrütung) zeigt, das Bindegewebe des Federkeims keine Spur von Pigment enthält. Das Pigment entsteht hier und in anderen Fällen rein epithelial, und wenn sich dann im Epithel die „sternförmigen" Gebilde zeigen, so hat man gar keinen Anlass, dieselben zu Gunsten einer vorgefassten Meinung aus dem Bindegewebe abzuleiten, sondern hat zu untersuchen, in welchem Verhältniss sie zu den gewöhnlichen Epithelzellen und den Intercellularräumen des Epithels sich befinden. Hier habe ich daran zu erinnern, dass, wie bereits S. 487 hervorgehoben wurde, JARISCH (37) die verästelten Pigmentzellen der Epidermis als veränderte Epithelzellen betrachtet; die verästelten Formen entstehen nach ihm durch Auftreten von Vacuolen und deren Eröffnung nach aussen (in die Intercellularräume); der dadurch entstandene Raum werde dann durch hineinwachsende Retezellen ausgefüllt. In neuester Zeit hat sich S. MAYER (56) eingehend mit der Frage der Herkunft der farblosen sternförmigen Zellen der Epidermis beschäftigt, die, seit LANGERHANS (47) in ihnen besondere Nervenendzellen erkennen wollte, zu mancherlei Discussion Veranlassung gegeben haben. Wenn auch MAYER durchaus nicht bestreiten will, dass unter Umständen in

den Epithelien Wanderzellen vorkommen, so muss er doch weitaus von der Majorität der sternförmigen Zellen behaupten, „dass sie durchaus nicht eingewandert, sondern an Ort und Stelle aus den gewöhnlichen Epithelzellen unter Veränderungen ihrer Zellsubstanz und ihrer Kerne entstandene Elemente sind" (56; S. 13). MAYER vermochte alle möglichen Uebergangsformen zwischen beiden nachzuweisen, die sternförmigen Zellen hält er für zu Grunde gehende, die durch Druckwirkung von Seiten ihrer durch mitotische Theilung sich vermehrenden Nachbarzellen auffallende Formveränderungen erleiden. MAYER weist sodann darauf hin, dass die grosse Aehnlichkeit jener farblosen sternförmigen Zellen mit den sternförmigen intraepithelialen Pigmentzellen es wahrscheinlich mache, dass letztere auch keine Wanderzellen darstellen, sondern an Ort und Stelle aus den Epithelzellen hervor gegangen sind. Von diesen sternförmigen „Pigmentzellen" des Epithels wird man aber nicht aussagen dürfen, dass sie zum nahen Untergange bestimmte Elemente sind, da ZIMMERMANN (113) an ihnen die höchste Lebensenergie, mitotische Theilungen, nachgewiesen hat. Aber gerade die ZIMMERMANN'schen Zeichnungen, welche sich auf Salamanderlarven beziehen, machen den grossen Unterschied klar, der zwischen diesen „sternförmigen" intraepithelialen Pigmentzellen und den grossen, vielstrahlig verästelten Pigmentzellen aus der Cutis bei demselben Thier bestehen. Beide werden in mitotischer Theilung abgebildet; die des Epithels unterscheiden sich aber in nichts Wesentlichem, wenn wir von der Pigmentirung absehen, von der Theilung von Epithelzellen.

Den im Vorstehenden angeführten Versuchen, die intraepithelialen sternförmigen Pigmentzellen als umgewandelte Epithelzellen zu deuten, möchte ich mich nun insofern anschliessen, als auch ich für die Mehrzahl derselben und soweit die Angaben Epidermoidalgebilde der Säugethiere betreffen, die intraepitheliale Entstehung für wahrscheinlich halte. Ich habe schon hervorgehoben, dass sie ausserordentlich häufig vorkommen in Fällen, wo keine Spur von Pigment im unterliegendem Bindgewebe nachgewiesen werden kann. Wollte man hier ihre Deutung als Wanderzellen aufrecht erhalten, so hätte man anzunehmen, dass sie in farblosem Zustande in das Epithel eingewandert seien und dort erst Pigmentkörnchen aufgenommen hätten, bei dieser Annahme wäre also die Pigmentirung jener „Wanderzellen" erst innerhalb des Epithels erfolgt. Wollte man selbst dann noch der herrschenden Anschauung einer Pigmentübertragung auf die Epithelzellen sich anschliessen, so hätte man sich die sonderbare Vorstellung gebildet, dass die Wanderzellen des Bindegewebes innerhalb des letzteren aus irgend einer unbekannten Ursache nicht Pigment hätten bilden können, dass sie vielmehr erst innerhalb des Epithels dazu befähigt würden, während die Epithelzellen selbst, trotz ihrer der Pigmentquelle vielfach näheren Lage, dies nicht vermöchten, sondern erst warten müssten, bis

die Pigmentträger ihnen etwas von ihren erst innerhalb des Epithels erworbenen Errungenschaften abgeben wollten. Ich halte eine solche Auffassung im Angesicht der Thatsache, dass rein epitheliale Pigmentirung zweifellos nachgewiesen ist, doch mindestens für gekünstelt und unnatürlich. Meines Erachtens ist es nicht schwer, die mannigfachen Bilder, die im pigmentirten Epithel der Säugethiere sich finden können, zu deuten. Ich habe schon oben, als ich das pigmentirte Epithel der Nasenspitze des Hermelins erörterte, den Weg angedeutet. Nicht in Abrede stellen will ich, dass ein Theil der Formen sich in der Weise von JARISCH oder aber im Sinne S. MAYER's verstehen lassen. Meiner Meinung nach spielt hier aber noch ein anderes wichtigeres Moment mit. Es ist die Ablagerung von Pigmentkörnchen in den Saftbahnen, also innerhalb des Epithels in den Intercellularlücken. Ich möchte zunächst auf die so schönen klaren Abbildungen hinweisen, welche KÖLLIKER in seiner mehrfach citirten Arbeit publicirt hat. Da finden sich beispielsweise in Fig. 4 (Haarzwiebel vom Menschen), Fig. 12 (Fingerepidermis vom Gorilla) und Fig. 15 (Federkeim eines Hühnchens vom 14. Brüttage) ganze Netze mit Pigmentkörnchen injicirt und auf weite Strecken kein dazu gehöriger Zellkörper. Wollte man hier an Melanocyten festhalten, welche sich innerhalb der Intercellularlücken ausbreiten, so hätte man (z. B. für den oberen Theil von Fig. 4) anzunehmen, dass diese doch immerhin kleinen Gebilde sich zu einem vollständigen Netz dünner Fäden, welches zahlreiche Epithelzellen einschliesst, auflösen oder dass dies Netz durch Zusammenfliessen mehrerer netzförmig ausgebreiteter Melanocyten entsteht, während derartige Productionen von farblosen Wanderzellen im Epithel sonst nicht bekannt sind. Auch zeigen die zweifellosen sternförmigen pigmentirten Wanderzellen, wie sie F. E. SCHULZE aus der Epidermis der Fische beschreibt und abbildet, keine Netzbildung ihrer Zellsubstanz und selbstständige Zellterritorien.[1]) Wir erhalten also wieder eine sehr gekünstelte Deutung, und das wird man jedenfalls zugeben müssen, dass die Zugehörigkeit vieler dieser feinen Pigmentfäden zu Zellen nicht bewiesen ist und nicht bewiesen werden kann. Viel einfacher erklären sich die intraepithelialen Pigmentfiguren unter der Annahme von Pigmentablagerung in den Intercellularlücken, für die ich mich nach meinen Untersuchungen bestimmt aussprechen möchte. Ich schliesse mich also in dieser Beziehung UNNA's (103) Meinung an,

[1]) Ich möchte hier nicht missverstanden werden. Ich leugne durchaus nicht die Möglichkeit, dass die verästelten Fortsätze von Pigmentzellen Netze bilden können, wie dies ja vielfach an Pigmentzellen des Bindegewebes beobachtet wird; ich betone nur, dass der Leib der zwischen den Epithelzellen eingeklemmten Wanderzellen nicht gross genug ist, um netzartig eine grössere Zahl von Epithelzellen zu umfliessen.

der sich dahin äussert, dass viele Bilder verästigter Pigmentfäden in der Oberhaut ihre einfachste Erklärung finden unter der Annahme, dass der Lymphstrom Pigmentkörner in die Saftbahnen des Epithels schwemme; nur möchte ich nicht von einem Hineinschwemmen bereits gebildeter Pigmentkörnchen in die Intercellularlücken reden, sondern von einer Ausscheidung, Bildung der Pigmentkörnchen in letzteren. Ausdrücklich betone ich aber, dass ich damit das Vorkommen einer selbstständigen Pigmentirung der Epithelzellen durchaus nicht in Abrede stelle. Im Stratum Malpighii und in der Matrix der Haare kommt sowohl celluläre als intercelluläre Pigmentirung vor, im Stratum corneum und dem grössten verhornten Theile des Haares nur celluläre, was ich für die fertigen Haarsubstanzen in Uebereinstimmung mit WALDEYER gegenüber UNNA behaupten muss. Ich werde unten darauf zurückkommen.

Nehmen wir nun an, dass die pigmentirten Fäden grösstentheils[1]) mit Pigmentkörnchen gefüllte Intercellularlücken sind, so lassen sich viele Bilder auch schon ohne Annahme einer Eigenpigmentirung der Epithelzellen deuten. Denken wir uns noch so feine Schnitte durch ein mehrschichtiges Epithel gelegt, so wird es nicht ausbleiben, dass wir die zwischen gegenüberliegenden Zellenflächen vorhandenen flachen Spalten bald im Durchschnitt senkrecht zu ihrer Flächenausdehnung, bald parallel der letzteren in den Schnitt bekommen. Im ersten Falle erhalten wir Pigmentfäden, im letzteren einen scheinbar pigmentirten Zellkörper, in Wirklichkeit die den darunter liegenden Zellkörper deckende pigmentirte, in ihrer ganzen Flächenausdehnung sichtbare intercellulare Spalte. Da nun die Epithelzellen eines geschichteten Epithels nicht alle gleich hoch sind, sondern die Zellen der einzelnen Reihen mehr oder weniger weit in einander greifen, so wird es kommen, dass an eine flächenhaft getroffene Intercellularspalte sich senkrechte Durchschnitte senkrecht zur vorigen angeordneter Spalten anschliessen. Man wird also an solchen Stellen scheinbar von einem pigmentirten Zellkörper, und zwar an den Ecken von dessen polygonaler Begrenzung, Pigmentfäden ausgehen sehen, die sich an anderen Stellen, an denen die Intercellularspalten sich sämmtlich senkrecht dem Schnitt darboten, netzförmig unter einander verbinden. So erklärt sich in ungezwungenster Weise besonders leicht KÖLLIKER's Fig. 3 von einem menschlichen Haarbulbus, ferner die Bilder des Federkeims vom Hühnchen; so erklären sich anderseits die reinen Netze wie in der schon citirten Fig. 4. Ich habe bisher den einfacheren Fall angenommen, dass nur in den Intercellularlücken Pigment vorhanden sei. Es ist mir fraglich, ob dieser Fall thatsächlich vorkommt. Nach meinen Untersuchungen

[1]) Ich möchte für einen Theil derselben immerhin die Möglichkeit einer Erklärung im Sinne von S. MAYER festhalten.

kommt vielmehr zwar die reine celluläre Pigmentirung des Epithels vor (wie in der Haarmatrix beim Hermelin, wie bei der ersten Entwicklung der Haare des Menschen [GARCIA 27], in der Epidermis und der Haarmatrix von Embryonen des Pferdes und Esels [RETTERER 80]), aber die Pigmentablagerung in den Intercellularlücken ist stets zusammen zu finden mit cellulärer epithelialer Pigmentirung. Wenn aber beides zusammen vorkommt, so sind die äusserst wechselnden Formen sog. sternförmiger Pigmentzellen nach obigen Auseinandersetzungen nicht minder leicht verständlich. Meine Untersuchungen am Hermelin haben nun ergeben, dass an schwächer pigmentirten Stellen (Rückenhaare des Sommers) nur celluläre epitheliale Pigmentirung besteht; bei stärkerer Färbung, wie an der Nasenspitze des Sommer- und Winter-Hermelins, findet man neben pigmentirten Epithelzellen noch intercelluläre epitheliale Pigmentirung (Sternformen, Pigmentfäden) und an den am meisten gefärbten Stellen des Hermelins, im schwarzen Schwanzgebiet auch pigmentirte Zellen im Bindegewebe; in letzterem Falle waren aber intercelluläre Pigmentirungen in den epithelialen Haarwurzeln nicht zu constatiren. Aus diesen Untersuchungen könnte es scheinen, als wenn die Reihenfolge, in der die Pigmentirung innerhalb des Hautgebietes auftritt, die umgekehrte sei, als dies von Seiten der Uebertragungstheorie angenommen wurde.

Ich bin aber weit davon entfernt, diesen Befund zu verallgemeinern. Ich schliesse daraus nur auf die Unabhängigkeit der Epithel- von der Bindegewebspigmentirung; beide hängen unter einander nicht zusammen, haben aber vermuthlich ihre gemeinsame Quelle in der in den Saftbahnen des Bindegewebes und in den Intercellularlücken des Epithels sich verbreitenden Ernährungsflüssigkeit. Weshalb aber in dem einen Falle nur die Epithelzellen, im anderen Falle (Cercopithecus mona) nur tiefliegende Bindegewebszellen pigmentirt werden, in noch andern Fällen beides, das ist nicht zu erklären, solange wir nicht über die Bedingungen der Pigmentausscheidung im Allgemeinen orientirt sind. Im Allgemeinen scheint mir aber für die äusserlich gefärbten Hauttheile der Säugethiere und des Menschen [1]), mag die Färbung Haare oder haarlose Haut betreffen, die schwächere Pigmentirung einer rein epithelialen, eine stärkere Pigmentirung einer epithelialen und bindegewebigen zugleich zu entsprechen. Damit stehen die Untersuchungen über die normale Pigmentirung der menschlichen Haut im Einklang. Hier ist, wenn überhaupt Färbung vorliegt, jedenfalls die Epidermis gefärbt, die Pigmentzellen der Cutis werden aber, wie auch KÖLLIKER in der bereits oben S. 577 citirten Stelle zugiebt, häufig vermisst! Damit stimmen auch kürzlich publicirte Angaben von THOMSON (99)

[1]) Auf diese möchte ich auch die folgenden Betrachtungen zunächst allein bezogen wissen.

über die erste Entstehung des Pigments beim Negerfötus überein. Er findet das erste Pigment im Epithel der Haarmatrix, zum Theil auch in der äusseren Wurzelscheide; es soll zuerst intercellulär und dann erst intracellulär gefunden werden. Ich füge noch seine ausdrückliche Behauptung (S. 284) hinzu: „There is no evidence that it is contained within the so-called „wandering cells“ about which so much has recently been written.“

Sollte man mir nun auch auf Grundlage meiner Beobachtungen und kritischen Auseinandersetzungen zugeben, 1. dass eine selbstständige epitheliale Pigmentirung existirt, 2. dass die sternförmigen Figuren innerhalb der Epidermis und der Haarmatrix bei Säugethieren und Mensch in der von mir oben genauer angegebenen Weise zu erklären sind, so bleiben doch noch zwei Punkte zu besprechen, aus denen Einwände gegen meine Kritik entnommen werden könnten, die als letzte Bollwerke der Einschleppungstheorie dienen könnten. Diese sind 1. das Vorkommen pigmentirter Zellen an der Epithel-Bindegewebsgrenze mit Fortsätzen in das Epithel hinein, 2. die interessanten Beobachtungen, welche KARG (40) an transplantirten Hautstücken des Weissen auf Negerhaut hat anstellen können.

Um die erstere Schwierigkeit richtig beurtheilen zu können, wird es zuvor nöthig sein, kurz daran zu erinnern, an welchen Stellen im Bindegewebe Pigmentirungen auftreten können.

Zunächst ist sicher, dass eine selbstständige Pigmentirung fixer Bindegewebszellen vorkommt. Ich verweise in dieser Beziehung auf die früher citirte Arbeit von RIECKE (82). Ebensowenig ist nach zahlreichen vorliegenden Beobachtungen die Existenz pigmentirter Wanderzellen, sog. Melanocyten, anzuzweifeln. Bei niederen Wirbelthieren, z. B. bei den Amphibien (Frosch, Salamander), die von EHRMANN und Anderen in erster Linie zum Studium der Pigmentbildung verwendet wurden, sind die Unterschiede zwischen fixen und Wanderzellen weniger scharfe, da ja die grossen verzweigten pigmentirten Zellen des Bindegewebes, wie zuerst BRÜCKE (13) genauer für das Chamäleon erläutert hat, einem regen Formwechsel unterworfen sind. Deshalb ist auch hier früher von EHRMANN die Meinung ausgesprochen worden, dass die von ihm angenommene Pigmentübertragung auf das Epithel durch Netze derartiger pigmentirter Zellen stattfinde, in denen die Pigmentkörnchen von Bindegewebszelle zu Bindegewebszelle bis zum Epithel wandern (EHRMANN 18; S. 530). Die Mehrzahl der Anhänger der Uebertragungstheorie liess die Einschleppung durch Melanocyten stattfinden, und es scheint nach der letzten Arbeit (19), die hier in Betracht kommt, als wenn EHRMANN sich jetzt ebenfalls dieser Ansicht anschliesst. Endlich ist nicht ausser Acht zu lassen, dass Pigment auch in Saftlücken des Bindegewebes abgelagert werden kann. Allerdings wird dies von der Mehrzahl der Autoren in Abrede gestellt, widerlegt wurde aber

diese Möglichkeit nicht. Dass derartiges vorkommt, scheint mir der Fall von v. WILD (110) zu beweisen, über den oben ausführlich berichtet wurde. Ferner möchte ich anführen, dass nach den in vorliegender Arbeit geschilderten Befunden an Kolbenhaaren des Schwanzes vom Hermelin die Bilder des „basalen Pigmentflecks“ der Papille vielfach Pigment zwischen den Bindegewebszellen ergaben. Ueberdies ist hervorzuheben, dass, obwohl das Pigment hier auch in Zellen der Papille gefunden wird, dieselben nie pigmentirte Ausläufer zeigten, zu einer Deutung als pigmentirte Wanderzellen nicht die geringste Veranlassung gaben. Auch bei Betrachtung der Fig. 1 der schon öfter citirten KÖLLIKER'schen Arbeit kann man nicht zur Vermuthung kommen, dass hier die Pigmentirung des Bindegewebes an Wanderzellen haftet; der feine, auf der rechten Seite der Papille hervorragende Pigmentfaden ist wohl natürlicher als ursprünglich in einer Intercellularlücke zwischen den basalen Epithelzellen gelegene Ablagerung von Pigment aufzufassen. Auch EHRMANN's (18) Abbildungen pigmentirter Haarpapillen, namentlich seine Fig. 9 und 11, lassen für einen Theil der Pigmentirung die Deutung einer Ablagerung von Pigment in Saftbahnen zu. Unter einer solchen Annahme finden aber die unter Anderen von EHRMANN und KARG (40) beschriebenen Bilder pigmentirter Zellen an der Epidermis-Cutis-Grenze, welche pigmentirte Fortsätze dieser Zellen in die Epidermis hinein verlaufend zeigen, eine andere Erklärung, als die ihnen von jenen Autoren zugeschriebene. Für EHRMANN's Figuren (Haut von Salamandra, Conjunctiva bulbi des Ochsen) ist die Erklärung möglich, dass jene Fortsätze zum Theil feinsten Saftkanälchen entsprechen, in welchen Pigmentkörnchen enthalten sind, die sich an den pigmentirten Zellkörper der in einer grösseren Saftlücke gelegenen Pigmentzelle anschliessen, und andererseits sich an andere in einer Intercellularlücke gelegene anreihen. Viel klarer liegen die Verhältnisse in KARG's Beschreibungen und Abbildungen. KARG betont ausdrücklich, dass die pigmentirten Bindegewebszellen nur in der Nachbarschaft des Epithels Fortsätze besitzen und diese nur in das Epithel hinein, nie nach anderen Seiten senden.[1]) Die Fortsätze laufen in die zahlreichen feinen intraepithelialen Pigmentlinien aus. Es ist mindestens auffallend, dass jene „Melanocyten“ erst am Epithel angelangt ihre Fortsätze ausstrecken sollen und zwar nur nach dem Epithel zu, während ihnen doch überall Saftlücken zur freien Entfaltung ihrer Ausläufer zur Disposition stehen. Mir scheint hier um so mehr die von mir gegebene Deutung am Platz, als KARG in Fig. 6 an der Basis des Epithels ein breiteres pigmentirtes Stämmchen abbildet, das seine

[1]) Aehnliches beschreibt WEBER (106) von der Epidermis der Cetaceen (S. 29); auch liefert er in Fig. 4 eine Abbildung der entsprechenden Verhältnisse aus der Haut von Hippopotamus amphibius.

Zweige in das Epithel hineinsendet. Es gleicht dies einer etwas breiteren mit Pigment gefüllten Saftbahn, von der unmittelbar mit Pigment gefüllte Intercellularlücken sich senkrecht erheben. An anderen Stellen in KARG's Figuren, z. B. Fig. 5, hören die pigmentirten Fäden des Epithels plötzlich an der Grenze des Bindegewebes auf, ohne sich mit den darunter liegenden pigmentirten Bindegewebszellen zu verbinden.

Ich habe im Vorstehenden die Möglichkeit erwiesen, die complicirten Bilder von KARG und EHRMANN in anderer Weise zu deuten. Ich beabsichtige damit zunächst nichts weiter, als zu zeigen, dass sie nicht streng beweiskräftig für die von jenen Forschern vertretene Einschleppungstheorie sind, da sie in anderer Weise gedeutet werden können. Ich gebe gerne zu, dass auch meine Deutung noch weiterer Untersuchungen bedarf; sie scheint mir aber namentlich von einem allgemeineren Gesichtspunkte aus, den ich unten erläutern werde, bis auf Weiteres die einfachste und natürlichste.

Nun habe ich noch den schwerwiegendsten Beweis für eine Entstehung des Epithelpigments durch Einwanderung von Melanocyten zu besprechen, nämlich KARG's (40) interessante Beobachtungen über die Schicksale, welche transplantirte weisse Hautstücke auf Negerhaut, und umgekehrt, erfahren. Bekanntlich beobachtete KARG, dass bei Transplantation von Hautstückchen des Weissen auf Granulationsflächen des Negers die zur Anheilung kommenden Stückchen nach etwa 4 Wochen anfangen sich leicht rauchig zu trüben, nach etwa 8 Wochen an den Rändern schwarz, im Centrum gefleckt erscheinen und nach 12 Wochen sich gar nicht mehr in der Farbe von der angrenzenden normalen Negerhaut unterscheiden. Bei mikroskopischer Untersuchung fand er dann von der 4. Woche an die oben schon erwähnten Bilder: pigmentirte Zellen im Bindegewebe, sternförmige pigmentirte Zellen an der Grenze des Epithels und im Epithel und gewöhnliche pigmentirte Epithelzellen. Er hält es (40; S. 381) für „unumstösslich, dass das zur Untersuchung ausgeschnittene schwarz werdende Hautstückchen auch in jedem Falle die ehemals weisse transplantirte Haut war. Wenn sich in ihm Pigment gebildet hat, so kann es nicht in der Weise entstanden sein, dass das ganze Hautstück ersetzt worden ist, sondern die ehemals ungefärbten Zellen müssen Pigmentkörnchen in sich aufgenommen haben“. Da nun aber diese Epithelzellen dem Weissen angehören und an sich überhaupt kein Pigment bilden, so kann das später in ihnen gefundene nur vom Bindegewebe aus durch Melanocyten zugeführt sein.

Meiner Ansicht nach liegt die Entscheidung darin, ob das Epithel, welches sich von der 4. Woche an pigmentirt zeigt, wirklich das alte Epithel ist oder nicht, während KARG nur die Annahme ausschliesst, es möchte sich in seinen Fällen etwa „um eine Substitution der ganzen weissen Haut durch die vom Organismus des Negers stam-

mende schwarze gehandelt" haben. Dass eine inselförmige Ueberhäutung, ausgehend von Epithelresten in der Tiefe des Gewebes der Granulationsfläche, nicht stattgefunden haben könne, darin will ich KARG zustimmen, auch darin, dass die transplantirte Schicht Bindegewebe sich erhalten haben möge. Aber dass das Epithel, in welches KARG seine Pigmenteinwanderung erfolgen lässt, noch das alte implantirte sei, das scheint mir nicht bewiesen zu sein. Nehmen wir selbst an, das Epithel des transplantirten Hautstückes erhalte sich vollständig, so ist es nach dem Anheilen des transplantirten Hautstückes doch denselben physiologischen Bedingungen unterworfen, wie das Nachbarepithel, d. h. erstens, es wird sich in physiologischer Weise auf der Oberfläche abschuppen, während in seinen tiefen Schichten fortwährende Neubildung stattfindet, in Folge deren die bei der Transplantation tiefsten Zellen nach einiger Zeit die Oberfläche erreichen, um hier abgestossen zu werden. Diese Consequenz wird durch einen Fall von KARG selbst vortrefflich erläutert. Nach Implantation von Negerhaut auf frische Wundflächen eines Weissen fand KARG nach 6 Wochen das ganze Stratum Malpighii frei von Pigment: „Pigment findet sich nur in Form einiger Körner in der Hornschicht und in Form von grösseren Schollen in der Cutis". Auch in den Talgdrüsen war Pigment zu finden. In den oberen Schichten der Cutis bildeten Leukocyten grössere Ansammlungen, zwischen denen das Pigment sich unregelmässig in Schollen verstreut fand. Trotz dieser günstigen Gelegenheit aber, sich des Pigments zu bemächtigen und dem pigmentbedürftigen, dem Neger entnommenen implantirten Stratum Malpighii zuzuführen, blieb letzteres vollständig pigmentfrei! Das alte Negerhautepithel enthielt aber gerade besonders reichlich im Stratum Malpighii Pigment. Daraus folgt, dass dies nicht mehr dasselbe Epithel sein kann, welches zur Zeit der Transplantation bestand, sondern ein seit jener langen Zeit von 6 Wochen neu entstandenes, während das Stratum corneum auf das alte Epitel zurückzuführen ist, dem es zur Zeit der Transplantation als Stratum Malpighii angehörte. — Eine zweite Consequenz bei der Annahme, dass nach 4—6 Wochen das Epithel noch das alte unveränderte sei, ist die, dass es dann auch zu einem normalen Bestandtheil des Organismus, dem es inoculirt wurde, geworden sein muss. Damit ist es aber — wir wollen nun wieder die Implantation von weiss auf schwarz ins Auge fassen — mit Rücksicht auf Pigmentbildung denselben Einflüssen unterworfen, wie das benachbarte alte Negerepithel. Es hat dieselben Ernährungsbedingungen gewonnen, muss also auch unter der Herrschaft desselben Zuflusses Pigment bildender Substanzen stehen, wie das Nachbarepithel, welches von vornherein dem Neger angehörte. Nun sehen wir aber auch in diesem Falle, dass die Farbenänderung erst nach längerer Zeit beobachtet wird. In dem ersten Falle von KARG vergingen sechs

Wochen (!), bis das transplantirte weisse Hautstück eine rauchige Trübung zeigte. Es ist also auch hier Zeit genug gegeben, das implantirte Epithel durch physiologische Abschuppung und Regeneration zu einem grossen Theil zu erneuern. Aus diesen Erörterungen geht wohl wenigstens soviel hervor, dass selbst bei der Annahme, es bleibe die ursprüngliche Epidermis bei der Transplantation erhalten, zur Zeit der beginnenden Pigmentirung des transplantirten Hautstücks mindestens die tiefsten Schichten des Stratum Malpighii vollständig neu gebildete und zu wahren Bestandtheilen der Negerhaut geworden sind, die mit Rücksicht auf Pigmentbildung denselben Bedingungen, wie letztere unterworfen sind.

Nun ist aber die Annahme, dass das Epithel in seiner ganzen Dicke erhalten bleibe, nach KARG's eigenen Aussagen nicht zutreffend. Die Untersuchung der auf Neger transplantirten weissen Haut 4 Wochen nach der Operation ergab, dass das Epithel im Centrum des 2,5 cm langen, 1,5 cm breiten weissen Hautstückchens nur $^1/_4$—$^1/_5$ der Dicke des Randes zeigte! Es muss also $^3/_4$—$^4/_5$ der Dicke des Epithels hier verloren gegangen sein. Ueberdies stellt sich heraus, dass dies degenerirte Centrum noch kein Epithelpigment besitzt. Somit deutet alles darauf hin, dass auch hier die Regeneration des Epithels allmählich vom Rande aus stattfindet. Dann ist aber das allmählich Pigment aufnehmende Epithel nicht einmal ein Rest des ursprünglichen Epithels der weissen Haut, sondern regenerativ neugebildetes Epithel der Negerhaut.

Auf Grundlage dieser Erwägungen, die sich überall auf KARG's eigene Beschreibung und Abbildungen stützen, kann ich nicht mehr in den von diesem Forscher geschilderten Befunden eine Stütze der Ansicht, dass das Pigment den Epithelzellen von Melanocyten zugeführt werde, erkennen.

Ich fasse also die Ergebnisse dieser kritischen Untersuchung dahin zusammen, dass die Bilder, welche als beweisend für meine Uebertragung von Pigment auf die Epithelzellen durch Wanderzellen angesehen worden sind, recht wohl eine andere Deutung zulassen, während die von mir für eine selbstständige epitheliale Pigmentirung vorgebrachten Fälle in ihrer Einfachheit keine andere Auffassung gestatten. Mir scheint demnach nicht nur die rein epitheliale Zellbildung sicher bewiesen, sondern auch eine andere Art der Entstehung von Epithelpigment mindestens sehr zweifelhaft.

Es ist nun noch ein Wort zu sagen über die Ablagerung von Pigment in den Intercellularlücken und die Beziehung dieser Art intercellulärer epithelialer Pigmentirung zu der cellulären. Dass letztere allein vorkommt, geht aus meinen in dieser Abhandlung beschriebenen Befunden unzweifelhaft hervor. Vergleicht man mit der rein cellulären Pigmentirung der Haare des Sommerhermelins die celluläre und intercelluläre der Nasenspitzenhaut desselben Thieres, so könnte man meinen,

dass ersteres das Primäre, letzteres das Secundäre sei. Die Pigment bildende Intercellularräume und Epithelzellen durchtränkende Substanz würde im Falle geringer Pigmenterzeugung nur in den Epithelzellen körniges Pigment ausscheiden, bei stärkerer Pigmentbildung auch in den Intercellularlücken und bei weiterer Zunahme auch im Bindegewebe. Diese Reihenfolge der Pigmentablagerung wird aber, wie ich oben schon erörtert habe, durchaus nicht überall eingehalten. Was speciell die epitheliale Pigmentirung betrifft, so muss ich es immerhin als möglich hinstellen, dass die Abscheidung von Pigmentkörnchen in den Intercellularlücken der innerhalb der Epithelzellen vorausgehen könne. Da nun im Stratum corneum nur noch celluläres Pigment gefunden wird, so muss man annehmen, dass das in den Intercellularlücken enthaltene Pigment nachträglich von den Zellen des Stratum Malpighii aufgenommen wird. Dass letztere dazu befähigt sind, wird ja allgemein angenommen. So wird schliesslich alles in den tiefen Schichten der Epidermis gebildete Pigment cellulär. Dasselbe gilt von den Haaren. Innerhalb der Haarmatrix kann es noch zwischen den Zellen gefunden werden; in den verhornten Zellen der Haarsubstanz liegt es stets innerhalb der Zellen.

Dass Pigmentkörnchen, wie soeben erwähnt wurde, auch innerhalb des Stratum corneum vorkommen, sei hier noch einmal besonders hervorgehoben, da diese Thatsache nicht so allgemein beachtet zu sein scheint, wie sie es verdient. So sagt z. B. L. ELSÄSSER (119; S. 15): „In dem Stratum granulosum wird ebenso wie in dem darauf folgenden Stratum lucidum und der eigentlichen Hornschicht kein Pigment mehr gefunden.“ Diese Behauptung wird durch meine eigenen Untersuchungen an der Haut von Negern und Affen, sowie durch die Angaben von HALPERN (32; Negerhaut), R. KRAUSE (45; Schwanzhaut von Cynocephalus, Gesässschwielen), BLASCHKO (114), FJELSTRUP (22; Epidermis von Globiocephalus melas) und Anderen genügend widerlegt. Auch auf einen anderen Punkt möchte ich noch ganz kurz die Aufmerksamkeit lenken, dass die Ablagerung von Pigmentkörnchen in den Epithelzellen der Haut durchaus nicht immer an der der Oberfläche der Haut zugekehrten Fläche stattfindet, also antibasal. Allerdings ist dies der häufigste Befund; doch sah ich mehrfach auch Pigmentkörnchen sich längs der Seiten der Zelle bis zur Basis hinziehen. Dass dies nicht häufig vorkommt, ist wohl dadurch bedingt, dass der Kern den grössten Theil der Breite der tiefen Zellen des Stratum Malpighii erfüllt, also Protoplasma überhaupt vorzugsweise antibasal angesammelt ist.

Bei der Erörterung der Bilder, welche für eine Abhängigkeit der epithelialen Pigmentirung von einer Einwanderung pigmentirter Bindegewebszellen verwerthet worden sind, habe ich die berechtigte Frage, ob denn wirklich die in den Epithelzellen abgelagerten Pigmentkörnchen den Pigmentkörnchen der Bindegewebszellen chemisch und mor-

phologisch gleich sind, nicht berücksichtigt. Dass scheinbar morphologisch ganz gleiche Pigmente sich chemisch sehr verschieden verhalten können, geht aus den oben citirten Arbeiten von NENCKI und Anderen genugsam hervor.[1]) Es bestehen aber vielfach auch schon morphologische Verschiedenheiten zwischen Epithel- und Bindegewebs-Pigment. Das bekannteste Beispiel ist das Verhalten des Pigmentepithels der Retina, dessen Pigmentkörner sich durch ihre langgestreckten Formen vielfach von den mehr kugligen Pigmentkörnern der dazu gehörigen Chorioides unterscheiden lassen. Hier ist überdies eine unabhängige Entstehung beider unbestrittene Thatsache. Ein weiteres Beispiel kann ich aus eigener Beobachtung anführen. In der Haut des Hodensacks eines 78jährigen Mannes fand ich die Pigmentkörnchen innerhalb der tiefsten Epithelzellenlagen der Epidermis ungleich feiner, wie in den innerhalb des Bindegewebes zerstreuten Pigmentzellen, deren gröbere Körnelung sofort in die Augen fiel. Sternförmige Pigmentfiguren innerhalb des Epithels waren nicht vorhanden. Ich habe erst begonnen, auf diese Verhältnisse zu achten und zweifle nicht, dass solche Befunde häufig sind. Auch ist darauf schon von anderen Seiten hingewiesen, so z. B. von HALPERN (32; S. 901). Ich möchte die Gelegenheit benutzen, die Aufmerksamkeit darauf zu lenken, ohne die Beweiskraft derartiger Beobachtungen für eine unabhängige Entstehung des Epithelpigments allzuhoch anzuschlagen; denn es liesse sich ja immer denken, dass die gröberen Pigmentkörnchen der einwandernden Melanocyten innerhalb des Epithels zunächst in feine Körnchen zerfallen, ehe sie an die Epithelzellen abgegeben werden. Umgekehrt hat JARISCH (36; Fig. 2, Conjunctiva des Ochsen) Bilder beschrieben, in welchen das Epithelpigment vielfach in Form grösserer Pigmenttropfen erscheint, die erst secundär in Körnchen zerfallen sollen. JARISCH verwerthet diese Beobachtungen zu Gunsten einer selbstständigen Entstehung des Pigments im Epithel.

Ich habe im Vorstehenden meine Anschauungen in der Pigmentfrage, zu denen ich, ursprünglich ein Anhänger der Einschleppungstheorie, durch meine Untersuchungen genöthigt wurde, unter kritischer Erörterung der erwähnten Theorie ausführlich entwickelt. Wollte ich vollständig sein, so hätte ich noch auf zwei weitere Fragen einzugehen, nämlich 1. auf die Frage des Pigmentschwundes und 2. auf die Frage nach der physiologischen Bedeutung des Pigments und den Ursachen seiner Entstehung. In ersterer Hinsicht sei nur erwähnt, dass eine Art

---

[1]) Es wäre bei den künftigen chemischen Untersuchungen in der Folge mehr darauf zu achten, dass Epithel- und Bindegewebs-Pigment gesondert zur Untersuchung kommen, dass z. B. nicht das epitheliale Pigment der Retina mit dem Bindegewebs-Pigment der Chorioides zusammen verarbeitet wird, wie dies in der Untersuchung von HIRSCHFELD (35) geschehen ist.

Pigmentschwund klar zu demonstriren ist, worauf auch BLASCHKO (114) hinweist, nämlich die durch fortwährende Abschuppung der Epidermis erfolgende. Dass hier pigmentirte Zellen abgestossen werden, kann man leicht an Hautstellen verschiedener Affen sowie des Negers mit pigmentirtem Stratum corneum constatiren. Damit soll aber durchaus nicht die Möglichkeit in Abrede gestellt werden, dass das Pigment durch andere Ursachen wieder zerstört werden könne. Die andere Frage ist fundamental für die ganze Lehre vom Pigment. Sie ist aber zugleich so complicirt, dass ich sie hier nicht behandeln, sondern ihre Erörterung, gestützt auf eigene Untersuchungen, einer späteren Arbeit vorbehalten will. Nur das möchte ich hier betonen, dass das Pigment weder ein Bau- und Nährmaterial für die Epidermiszellen (KARG, 40), noch ein nutzloses Excretionsprodukt des Körpers (LIST, 52) sein kann. Ebenso scheint mir sicher, dass das Licht von grossem Einfluss auf die Bildung des Pigments ist und dass andererseits umgekehrt dies Pigment einen Schutz der Haut gegen Sonnenbrand darstellt. Wir wissen ja aus neueren Untersuchungen, unter anderen denen WIDMARK's (109), dass es nicht die Wärme ist, welche das eigenthümliche Erythema solare z. B. auch den Gletscherbrand hervorruft, sondern die ultravioletten Strahlen des Lichts; wir wissen, dass elektrisches Licht regelmässig dieselben Erscheinungen der Insolation hervorruft. Ich verweise in dieser Beziehung auf die interessante Schrift von HAMMER (33), in welcher das, was von der Einwirkung des Lichtes auf die Haut mit Rücksicht auf Erythema solare und Pigmentbildung bekannt ist, vortrefflich zusammengestellt und durch eigene Experimente weiter erläutert ist. Hier ist uns also ein Weg gewiesen, auf welchem es möglich erscheint, die Frage nach den Ursachen der Bildung des Hautpigments und nach seiner Function der Beantwortung näher zu bringen.

Literatur.

1. ABEL, J., Bemerkungen über die thierischen Melanine und das Hämosiderin. Virchow's Archiv. Bd. 120. S. 204—217. 1890.
2. AEBY, CHR., Die Herkunft des Pigments im Epithel. Medic. Centralbl. Nr. 16. 1885.
3. ARNOLD, J., Ueber die Beziehung der Blut- und Lymphgefässe zu den Saftkanälen. Virchow's Archiv. 62. Band. 1874.
4. ARNOLD, J., Ueber die Kittsubstanz der Epithelien. Virchow's Archiv. 64. Band. 1875.
5. BACHMANN, J., Observations on the changes of colour in birds and quadrupeds. Transactions of the American philosophical society. Vol. VI. Philadelphia 1839. Article IV. p. 197—239.
6. BOCCARDI, G. ed ARENA, A., Contribuzione all'istologia e fisiologia dello stelo dei peli umani. Rendiconto dell' Accademia delle scienze fisiche e matematiche. Anno XVI. Napoli 1877. p. 99—105.
7. BONNET, R., Haarspiralen und Haarspindeln. Morphologisches Jahrbuch Bd. XI. S. 223. 1886.
8. BONNET, R., Haut und Anhänge. ELLENBERGER, Vergleichende Histologie der Haussäugethiere. Berlin 1887.
9. BONNET, R., Ueber Eingeweidemelanose. Verhandl. d. physik. med. Gesellschaft zu Würzburg N. F. 24. Band. Nr. 1. 1890.
10. BREHM, Thierleben. 2. Auflage. Säugethiere, Bd. I. Nachträglich wurde auch noch die 3. Auflage benutzt; die betreffenden Stellen sind im Text citirt.
11. BREHM, Thierleben. 2. Auflage. Säugethiere, Bd. II. 1877.
12. BREHM, Thierleben, 5. Bd. 2. Auflage. Vögel, Bd. II. 1879.
13. BRÜCKE, E., Untersuchungen über den Farbenwechsel des afrikanischen Chamäleons. Denkschriften der Wiener Akademie. Math. naturw. Kl. IV. Band. 1852.
14. CASPARY, J., Ueber den Ort der Bildung des Hautpigments. Archiv f. Dermatol. u. Syphilis. Bd. 23. S. 3—8. 1891.

15. DONDERS, Untersuchungen über die Entwicklung und den Wechsel der Cilien. Archiv für Ophthalmologie. 4. Bd. Abth. I. S. 286 ff. 1858.
16. EBNER, V. v., Mikroskopische Studien über Wachsthum und Wechsel der Haare. Sitzungsb. d. k. Akad. d. Wissensch. in Wien. Bd. 74. III. Abth. October-Heft. 1876.
17. EHRMANN, S., Ueber das Ergrauen der Haare und verwandte Processe. Allgemeine Wiener medic. Zeitung. 29. Jahrgang. Nr. 29. 15. Juli 1884. S. 331—332.
18. EHRMANN, S., Untersuchungen über die Physiologie und Pathologie des Hautpigmentes. Vierteljahrsschrift f. Dermatol. u. Syphilis. 1885 S. 508—532. 4 Tafeln. und 1886 S. 57 ff.
19. EHRMANN, S., Zur Kenntniss von der Entwicklung und Wanderung des Pigments bei den Amphibien. Archiv f. Dermatol. u. Syphilis. 24. Jahrg. 1892. S. 195—222. 1 Tafel.
20. EIMER, TH., Ueber die Zeichnung der Thiere. Zoologischer Anzeiger 1882. 1883. 1884. Humboldt 1886.
21. FEIERTAG, ISAAC, Ueber die Bildung der Haare. Diss. Dorpat 1875.
22. FJELSTRUP, A., Ueber den Bau der Haut bei Globiocephalus melas. Zoolog. Anzeiger Nr. 269 S. 11—15. 1888.
23. FLEMMING, Philosophy of Zoology. Part. II. (Citirt bei BACHMANN Nr. 5.)
24. FLEMMING, W., Zelltheilungen in den Keimschichten des Haares. Monatshefte für praktische Dermatologie. III. Band. 1884. Nr. 5.
25. FLOYD, E. P., Chemical character of the pigment of the negro skin. Journal of the chemical society. 1877. Vol. I. p. 329.
26. FRAUENFELD, Verhandlungen des zoologisch-botanischen Vereins in Wien. III. 1853.
27. GARCIA, S. A., Beiträge zur Kenntniss des Haarwechsels bei menschlichen Embryonen und Neugeborenen. Morphologische Arbeiten. Bd. I. S. 136—206. 1891.
28. GIEBEL, C. G., Die Säugethiere. Leipzig 1859.
29. GIOVANNINI, S., Ueber die normale Entwicklung und über einige Veränderungen der menschlichen Haare. Vierteljahrsschr. f. Dermatologie u. Syphilis. Bd. 14. 1887. S. 1049—1075.
30. HAACKE, W., Ueber die systematische und morphologische Bedeutung bisher unbeachtet gebliebener Borsten am Säugethierkopfe. Bericht über die Senckenbergische naturforschende Gesellsch. in Frankfurt a. M. 1890.
31. HAECKER, V., Ueber die Farben der Vogelfedern. Archiv f. mikrosk. Anatomie. Bd. 35. 1890.
32. HALPERN, J., Ueber das Verhalten des Pigments in der Oberhaut des Menschen. Archiv f. Dermatol. u. Syphilis. 23. Jahrg. S. 887—909. 1 Tafel. 1891.

33. HAMMER, FR., Ueber den Einfluss des Lichtes auf die Haut. Stuttgart 1891. 56 Seiten.

34. HEUSINGER, System der Histologie I. S. 189. 1822.

35. HIRSCHFELD, E., Untersuchungen über die schwarzen Farbstoffe der Chorioidea und verwandte Pigmente. Zeitschr. f. physiol. Chemie. XIII. S. 407—431. 1889.

36. JARISCH, Zur Anatomie und Herkunft des Oberhaut- und Haarpigmentes. Archiv f. Dermatol. u. Syphilis. 23. Jahrg. 1891. S. 35—55. 1 Tafel.

37. JARISCH, Ueber die Anatomie und Entwicklung des Oberhautpigmentes beim Frosche. Archiv f. Dermatol. u. Syphilis. 23. Jahrg. S. 559—590. 1 Tafel. 1891.

38. JARISCH, Ueber die Bildung des Pigments in den Oberhautzellen. Archiv f. Dermatol. u. Syphilis. 24. Jahrg. 1892. S. 223—234. 1 Tafel.

39. KAPOSI, M., Ueber Pathogenese der Pigmentirungen und Entfärbungen der Haut. Archiv f. Dermatol. u. Syphilis. Bd. 23. S. 191—205. 1891.

40. KARG, Studien über transplantirte Haut. Archiv f. Anatomie u. Physiologie. Anatomische Abtheilung. 1888. S. 369 ff.

41. KEY, ALEX und RETZIUS, G., Zur Kenntniss der Saftbahnen in der Haut des Menschen. Schwedisch im Nordiskt medicinskt arkiv VIII. Nr. 5. 1876. Deutsch in RETZIUS, Biologische Untersuchungen. 1881. S. 105—107.

42. KÖLLIKER, A., Ueber die Entstehung des Pigmentes in den Oberhautgebilden. Zeitschr. f. wissensch. Zoologie. Bd. 45. 1887.

43. KÖLLIKER, A., Gewebelehre. 6. Auflage. 1. Band. Leipzig 1889.

44. KOHLRAUSCH, O., Ueber innere Wurzelscheide und Epithelium des Haares. Müller's Archiv. 1846. S. 312.

45. KRAUSE, R., Beiträge zur Kenntniss der Haut der Affen. Diss. Berlin 1888.

46. LANGER, C., Ueber den Haarwechsel bei Thieren und Menschen. Denkschriften der Wiener Akademie. Bd. I. 1849.

47. LANGERHANS, P., Ueber die Nerven der menschlichen Haut. Virchow's Archiv Bd. 44. 1868.

48. LEEUWENHOEK, A. v., Opera omnia s. Arcana naturae. Lugduni Batav. 1722. T. I. Anatomia et Contemplationes. II. p. 35.

49. LEYDIG, F., Ueber Cyclas cornea. Müller's Archiv 1855. (LEYDIG's Arbeiten über Intercellularräume sind vollständig zusammengestellt bei P. u. F. SARASIN).

50. LEYDIG, F., Lehrbuch der Histologie. 1857.

51. LEYDIG, F., Ueber die äusseren Bedeckungen der Säugethiere. Archiv von Reichert und du Bois-Reymond. 1859. S. 685.

52. List, J. H., Zur Herkunft des Pigments in der Oberhaut. Anatomischer Anzeiger IV. Nr. 19. S. 596—599. 1889. u. Biologisches Centralblatt X. 1889.

53. Maass, Fr., Zur Kenntniss des körnigen Pigmentes im menschlichen Körper. Archiv f. mikrosk. Anatomie Bd. 34. S. 452 bis 510. 1889.

54. Maurer, F., Haut-Sinnesorgane, Feder- und Haaranlagen, ein Beitrag zur Phylogenie der Säugethierhaare. Morpholog. Jahrbuch Bd. 18. S. 717 ff. 1892.

55. Mayer, S., Beitrag zur Lehre vom Bau der Sinushaare. Archiv f. mikroskop. Anatomie Bd. 35. 1890. S. 52 ff.

56. Mayer, S., Beiträge zur Histologie und Physiologie des Epithels. Lotos, Neue Folge Bd. 12. 1892.

57. Mays, K., Untersuchungen aus dem physiol. Institut z. Heidelberg. II. S. 324.

58. Mertsching, A., Beiträge zur Histologie des Haars und Haarbalges. Archiv f. mikroskop. Anatomie. Bd. 31. S. 32—53. 1888.

59. Mertsching, A., Histologische Studien über Keratohyalin und Pigment. Virchow's Archiv Bd. 116. S. 484—516. 1889.

60. v. Middendorff, Sibirische Reise. Bd. IV. Theil 2. Die Thierwelt Sibiriens. 1867.

61. Milne Edwards, A., Leçons sur la physiologie et l'anatomie comparée. T. X. 1874.

62. Miura, M., Beitrag zur Kenntniss des Melanins. Virchow's Archiv Bd. 107. S. 250—259. 1887.

63. Mörner, K. A. H., Zur Kenntniss von den Farbstoffen der melanotischen Geschwülste. Zeitschrift f. physiolog. Chemie. XI. S. 66—141. 1886.

64. Moll, J. A., Ueber den Haarwechsel. Archiv für die holländischen Beiträge zur Natur- und Heilkunde. II. S. 149 ff. 1860.

65. Müller, H., Bewegungserscheinungen an ramificirten Pigmentzellen in der Epidermis. Würzburger naturwissensch. Zeitschrift. I. Bd. 1860. S. 164—166.

66. v. Nathusius-Königsborn, W., Das Wollhaar des Schafs. Berlin 1866.

67. Nencki, M. und Berdez, J., Ueber die Farbstoffe der melanotischen Sarkome. Archiv f. experim. Path. u. Pharmakol. XX. S. 346—361. 1886.

68. Nencki, M. und Sieber, N., Weitere Beiträge zur Kenntniss der thierischen Melanine. Archiv f. experim. Path. u. Pharmakol. XXIV. S. 17—26. 1887.

69. NEUMANN, E., Beiträge zur Kenntniss der pathologischen Pigmente. Virchow's Archiv Bd. 111. 1888.
70. PFITZNER, W., Die LEYDIG'schen Schleimzellen in der Epidermis der Larve von Salamandra maculosa. Diss. Kiel 1879.
71. PFITZNER, W., Die Epidermis der Amphibien. Morpholog. Jahrbuch Bd. 6. 1880.
72. PERLS, Nachweis von Eisenoxyd in gewissen Pigmenten. Virchow's Archiv Bd. 39. 1867.
73. PINCUS, J., Zur Diagnose des ersten Stadiums der Alopecia. Virchow's Archiv Bd. 37. 1866.
74. PLUSCHKOFF, J., Beiträge zur Histologie der Haut bei Säugethieren. Kasan 1890 (Russisch). Referat von LUKIANOW in Schwalbe's Jahresberichten. Bd. XIX. Literatur 1890. S. 416.
75. QUINCKE, H., Ueber Siderosis. Deutsches Archiv f. klin. Medicin. Bd. 25.
76. RADDE, Reisen im Süden von Ostsibirien. Die Säugethierfauna. 1862.
77. RANVIER, L., Traité technique d'histologie. Paris 1875.
78. v. RECKLINGHAUSEN, F., Handbuch der allgemeinen Pathologie des Kreislaufs und der Ernährung. 1883.
79. REINKE, F., Untersuchungen über die Horngebilde der Säugethierhaut. Archiv f. mikrosk. Anatomie. Bd. 30. 1887.
80. RETTERER, S., Sur le lieu et le mode de formation du pigment cutané chez les mammifères Société de biologie. p. 150—153. 12. mars. 1887.
81. RIBBERT, H., Beiträge zur Anatomie der Hautdecke bei Säugethieren. Archiv f. Naturgeschichte. 1878. Tafel XI. Fig. 2.
82. RIECKE, Ueber Formen und Entwicklung der Pigmentzellen der Chorioidea. Archiv f. Ophthalmologie. Bd. 37. Heft 1. S. 62 bis 96. 1891.
83. RIEHL, G., Zur Kenntniss des Pigmentes im menschlichen Haar. Vierteljahrsschrift f. Dermatol. u. Syphilis. 11. Jahrg. 1884. S. 33—39. 1 Tafel.
84. ROSS, J., Zoologische Resultate von JOHN ROSS zweiter Nordpol-Reise. Archiv f. Naturgeschichte. 2. Jahrg. 1. Band. 1836. S. 183.
85. SARASIN, P. u. FR., Ergebnisse naturwissenschaftlicher Forschungen auf Ceylon. II. Band. 2. Heft. S. 57—72.
86. SCHMIDT, M., Zoologischer Garten. 1871.
87. SCHMIDT, M. B., Ueber die Verwandtschaft der hämatogenen und autochthonen Pigmente und deren Stellung zum sogenannten Hämosiderin. Virchow's Archiv Bd. 115. S. 397—459. 1889.
88. SCHRENK, L. v., Reisen u. Beobachtungen im Amurlande 1854—56. St. Petersburg 1858—82.

89. SCHULIN, K., Beiträge zur Histologie der Haare. Zeitschrift f. Anatomie und Entwicklungsgeschichte. II. 1877.

90. SCHULZE, F. E., Epithel- und Drüsenzellen. Archiv f. mikrosk. Anatomie Bd. III. S. 165. Tafel VI. Fig. 5a. Tafel VII. Fig. 1 und 4. 1867.

91. SCHWALBE, G., Ueber die Geschmacksorgane der Säugethiere. Archiv f. mikrosk. Anatomie. Bd. IV. S. 159—160. Fig. 2 A und B. 1868.

92. SCHWALBE, G., Ueber die Hautfarbe des Menschen und der Säugethiere. Aus dem naturw.-med. Verein in Strassburg. Deutsche med. Wochenschr. Nr. 11. 1892.

93. SEDERHOLM, E., Einige Untersuchungen über die Anordnung des elastischen Gewebes in der Haut. Verhandl. des biologischen Vereins in Stockholm. Bd. III. 1890—1891. S. 155—164.

94. SIEBER, N., Ueber die Pigmente der Chorioidea und der Haare. Archiv f. experim. Pathol. u. Pharmakol. XX. S. 362—367. 1886.

95. STICKER, A., Ueber die Entwicklung und den Bau des Wollhaares beim Schafe. Diss. Berlin 1887.

96. STIEDA, L., Ueber den Haarwechsel. Archiv von Reichert u. du Bois-Reymond. 1867. S. 517—541.

97. STIEDA, L., Ueber den Haarwechsel. Biologisches Centralblatt. Bd. VII. Nr. 12 u. 13. 1887.

98. STIRLING, W., Beiträge zur Anatomie der Cutis des Hundes. Berichte über die Verhandl. der Kgl. sächs. Gesellschaft d. Wissensch. zu Leipzig. Math. phys. Classe. 27. Band. 1875. S. 221—231.

99. THOMSON, A., Note on the skin and scalp of the Negro foetus. Journal of anat. and physiol. Vol. 25. Pt. II. p. 282 ff. 1891.

100. TROUESSART, Die geographische Verbreitung der Thiere, übersetzt von W. MARSHALL. Leipzig 1892.

101. TSCHUDI, FR. v., Thierleben der Alpenwelt.

102. UNNA, P., Beiträge zur Histologie und Entwicklungsgeschichte der menschlichen Oberhaut und ihrer Anhangsgebilde. Archiv f. mikrosk. Anatomie. XII. Bd. S. 665 ff. 1876 und Entwicklungsgeschichte und Anatomie der Haut. v. Ziemssen's Handbuch der speciellen Pathologie und Therapie. 1883.

103. UNNA, P., Die Fortschritte der Hautanatomie in den letzten 5 Jahren. VI. Das Pigment der Haut. Monatshefte für praktische Dermatologie. Bd. 8. Nr. 8. S. 366—375. 1889.

104. WALDEYER, W., Atlas der menschlichen und thierischen Haare. Lahr 1884.

105. WALLACE, A. R., Darwinismus, übersetzt von D. BRAUNS. 1891.

106. Weber, M., Studien über Säugethiere. Ein Beitrag zur Frage nach dem Ursprung der Cetaceen. Jena 1886.
107. Welcker, H., Ueber die Entwicklung und den Bau der Haut und Haare bei Bradypus. Abhandl. der naturf. Gesellsch. zu Halle. Bd. IX. S. 52. 1864.
108. Wertheim, G., Ueber den Bau des Haarbalgs beim Menschen. Sitzungsber. der Wiener Akademie. Bd. 50. 1865.
109. Widmark, J., De l'influence de la lumière sur la peau. Verhandl. des biolog. Vereins in Stockholm. I. 1888—89. S. 131—134.
110. v. Wild, R., Ueber die Einwanderung von Pigment in das Epithel der äusseren Haut bei Melanosarkom. Diss. Strassburg 1888.
111. Winkler, F., Zur Frage nach dem Ursprung des Pigments. Mittheilungen aus dem embryologischen Institute der Universität Wien, von S. L. Schenk. Heft 1892. S. 64—80.
112. Zaleski, St. Szcz, Die Vereinfachung von makro- und mikrochemischen Eisenreactionen. Zeitschrift f. physiolog. Chemie. Bd. 14. S. 274—282. 1890.
113. Zimmermann, K. W., Ueber die Theilung der Pigmentzellen, speciell der verästelten intraepithelialen. Archiv f. mikrosk. Anatomie. Bd. 36. S. 404 ff. Tafel XV. 1890.
114. Blaschko, Verhandl. des X. internationalen medicinischen Kongresses in Berlin. Archiv f. Dermatologie. 1891. S. 137.
115. Altmann, Sitzungsberichte der Gesellsch. z. Beförderung der ges. Naturw. zu Marburg. 1877. S. 51—53.
116. Bonnet, R., Ueber Melanose der Uterinschleimhaut bei Schafen. Deutsche Zeitschrift für Thiermedicin. Bd. 6. S. 419—429. 1880.
117. Bonnet, R., Ueber Melanose der Uterinschleimhaut bei brünstigen und kurze Zeit trächtigen Schafen. Deutsche Zeitschrift für Thiermedicin. Bd. 7. S. 365—373. 1882.
118. Kazzander, J., Ueber die Pigmentation der Uterinschleimhaut des Schafes. Archiv f. mikrosk. Anatomie. Bd. 36. S. 507 ff. 1890.
119. Elsässer, Studien über Pigmentflecken der Haut. Diss. Berlin 1886.

Erklärung
der Abbildungen auf Tafel XVII, XVIII und XIX.

Tafel XVII.

Fig. 1. Kopf des Hermelins vom 24. November im Uebergang vom Sommerkleid zum Winterkleid.

Fig. 2. Kopf des Hermelins vom 29. April mit nahezu vollendetem Sommerkleid; V förmige Binden auf der dorsalen Seite des Kopfes und im Nacken.

Fig. 3. Stück der Rückenhaut des Hermelins vom 9. März, in Glycerin-Salzsäure bei 40° C. macerirt. Die weisse Linie entspricht der Epidermis. Die braunen jungen Sommerhaare stecken grösstentheils noch in der Haut, nur einige wenige ragen bereits mit ihren Spitzchen frei heraus. Die der Hautmuskulatur zugekehrte untere Fläche des Präparats lässt die Haarzwiebeln der Grannenhaare als braune Punkte erkennen. Nat. Grösse.

Fig. 4. Stück der Rückenhaut des Hermelins vom 19. März, ebenso behandelt wie das der Fig. 3 zu Grunde liegende Präparat. Man sieht, dass nun die Spitzen der Härchen die weisse Epidermislinie ansehnlich überragen, ein braunes Unterhaar bildend, über das sich das alte weisse Winterhaar nach aussen erhebt. Nat. Grösse.

Fig. 5. Längsschnitt durch die Wurzel eines Grannenhaars der Rückenhaut des Hermelins vom 7. März. Alkohol-Boraxcarmin.

a, äussere Wurzelscheide in einfacher Zelllage; *b*, die beiden Zellreihen der inneren Wurzelscheide; *c*, Zellen der Haar-Cuticula; *d*, gemeinschaftliche Matrix der nach oben sich differenzirenden Zellen der einzelnen Schichten. Von dem Papillensockel *e*, der nach aussen jederseits in die Propria des bindegewebigen Haarbalgs sich fortsetzt, erhebt sich mit schmalerem Halse die langgestreckte spitz auslaufende spindelförmige Haarpapille. Die Pigmentirung der am Aufbau der Haarsubstanzen betheiligten Zellen beginnt erst in einiger Entfernung vom Halse der Papille und umfasst 3 Zellenlagen, von denen die dickere innerste in die Zellen der Marksubstanz übergeht, die beiden äusseren zu Rindenzellen werden. Vergrösserung Zeiss F. Oc. I.

Fig. 6. Aus einem Macerationspräparat der Haut des schwarzhaarigen Schwanzgebiets vom Hermelin vom 2. Februar. Kolbenhaar mit farbloser Wurzel *a*, nicht pigmentirtem Epithelstrang *b* und stark pigmentirter Papille *c*, deren Pigmentirung sich nach abwärts noch in den WERTHEIM'schen Strang hineinzieht. Vergrösserung Zeiss C. Oc. I.

Fig. 7. Aus demselben Präparat wie Fig. 6. Haar im ersten Stadium der Ablösung. Unter der namentlich nach der Spitze zu stark pigmentirten Papille erkennt man bei *b* den im optischen Durchschnitt halbmondförmig erscheinenden Papillensockel. Der Haarbulbus selbst ist nicht pigmentirt. Bei *a* die eigenthümliche im auffallenden Licht weisse, im durchfallenden schmutzig braungelb erscheinende Stelle des Wurzeltheils vom Haarschaft, die für Haare im ersten Stadium der Ablösung charakteristisch ist. Vergrösserung Zeiss C. Oc. I.

Fig. 8. Längsschnitt durch die Kolbenhaarwurzel eines Borstenhaars der schwarzen Schwanzspitze vom Hermelin vom 7. März. Alkohol-Boraxcarmin. Von der farblosen Kolbenwurzel *a* erstreckt sich ein epithelialer Strang *b* zu dem Papillenrest *c*. Letzterer erscheint nur noch in der Form eines stark verdickten Papillensockels und nimmt in concaver oberer Fläche das leicht convexe untere Ende des Epithelstranges auf. Im basalen Abschnitt liegt feinkörniges Pigment zwischen den Kernen des Papillensockels. *d*, Schweissdrüsen. Vergrösserung Zeiss D. Oc. I.

Fig. 9. Längsschnitt durch die Kolbenhaarwurzel eines Borstenhaars der schwarzen Schwanzspitze vom Hermelin vom 21. Februar. Alkohol-Boraxcarmin. Unter der farblosen Kolbenwurzel *a* ein kurzer epithelialer Strang *b*, der sich mit planer oder schon leicht

concaver Fläche gegen die intensiv pigmentirte Papille *c* scharf abgrenzt. *d*, Theile der Wurzeln anliegender Flaumhaare; bei *e* pigmentirte Zellen im Bindegewebe. Vergrösserung Zeiss D. Oc. I.

Tafel XVIII.

Fig. 10. Macerationspräparat (Glycerin-Salzsäure) aus der Rückenhaut des Hermelins vom 9. März. Die punktirte Linie *a* entspricht der Oberfläche der Epidermis. *b*, junges pigmentirtes Grannenhaar; *c*, junge pigmentirte Flaumhaare, beide Arten mit offenem Haarbulbus; *d*, *d*, alte farblose Kolbenhaarwurzeln des Winterhaars; *d'*, Grannenhaarwurzel; *e*, frei hervortretender Theil des nun divergirenden Haarbüschels. Zeiss A. Oc. I.

Fig. 11. Macerationspräparat (Glycerin-Salzsäure) aus der Rückenhaut des Hermelins vom 16. December. Es finden sich nur farblose Winterhaare im Kolbenzustande; *a*, Oberfläche der Epidermis; *b*, Kolbenwurzeln, darunter eine stärkere, einem Grannenhaar angehörige; *c*, divergentes Haarbüschel ausserhalb der Epidermis. Zeiss A. Oc. I.

Fig. 12. Macerationspräparat (Glycerin-Salzsäure) aus der Rückenhaut des Hermelins vom 24. November. *a*, Oberfläche der Epidermis; *b*, junges farbloses Grannenhaar; *c*, junge farblose Flaumhaare, beide Arten mit offenen, durch die Maceration aufgeblähten Haarkolben; *d*, altes Kolbenhaar des Sommers mit farbloser Wurzel; *e*, ausserhalb der Haut divergirendes Haarbüschel. Zeiss A. Oc. I.

Fig. 13. Die verschiedenen Strecken eines pigmentirten Flaumhaares der Rückenhaut im Kolbenzustande. *a*, farblose Kolbenwurzel und sich anschliessende farblose marklose Strecke mit Cuticularzeichnung der Oberfläche; — *b*, Beginn der dornigen Strecke (*b* des Textes), Anfang des Haarmarks; der untere Theil von *b* ist bei Einstellung auf die Oberfläche, der grössere Theil bei Einstellung auf die Axe des Haares gezeichnet; — *c*, dornige Strecke (*b* des Textes), in den unteren zwei Dritteln bei Einstellung auf die Oberfläche, der grössere Theil bei Einstellung auf die Axe, im oberen Drittel bei Einstellung auf die Oberfläche gezeichnet. In *b* und *c* langgestreckte Markzellen mit distal gestelltem Pigment; — *d*, aus dem Uebergangsgebiet der dornigen Strecke *b* des Textes in die glattere *c*: Markzellen breiter wie lang; ihr Pigment wieder distal gestellt; — *e*, Verjüngung der Strecke *c* des Textes zur

Haarspitze; — *f*, Haarspitze, wieder ohne Mark. *e* und *f* mit Rindenpigment. Die Luft ist aus sämmtlichen Abschnitten des Haares durch Zusatz verdünnter Natronlauge verdrängt. Zeiss F. Oc. I.

Fig. 14. Theil eines pigmentirten Flaumhaares der Rückenhaut eines Sommerhermelins. Die gezeichnete Strecke entspricht dem Stück der Fig. 13 *d*, ist aber in lufthaltigem Zustande dargestellt; die Luft erfüllten Räume wechseln mit schmalen Pigmentstreifen. Zeiss F. Oc. I.

Fig. 15. Verschiedene Strecken eines farblosen Winter-Grannenhaares der Rückenhaut des Hermelins vom 7. März im Kolbenzustande, sämmtlich bei derselben Vergrösserung gezeichnet. *a*, farblose marklose Kolbenwurzel und Anfang der Strecke *b* des Textes mit einzeiligem Haarmark; — *b*, verbreiterte Strecke mit zweizeiligem Haarmark; — *c*, aus dem breitesten Theile (*e* des Textes) der Granne; mehrzeilig wechselspaltiges Haarmark. Die hellen Räume zwischen den matt schraffirten Markzellen entsprechen den communicirenden Lufträumen; die Luftfüllung ist hier nicht zur Darstellung gebracht. Zeiss C. Oc. I.

Fig. 16. Verschiedene Strecken eines melanotischen Haares aus der Schwanzhaut eines Winterhermelins. *a* aus der Mitte des Haares bei schwächerer Vergrösserung (Zeiss D); — *b* aus dem distalen Endgebiet des Haares, aber vor der kegelförmigen Spitzenverjüngung, bei stärkerer Vergrösserung (Zeiss F). In *a* sieht man nur die charakteristischen schwarzen Pigmentklumpen des Marks, in *b* ausserdem noch feinkörniges Rindenpigment; *c*, nahe der Spitze; *d*, Spitze des Haares. — *b*, *c* und *d* bei Zeiss F gezeichnet.

Fig. 17. Schnitt durch die Haut an der volaren Seite des Unterarms von Cercopithecus mona. Epidermis und Kolbenhaar mit Wurzelscheiden, sowie die oberflächlichen Lagen der Cutis vollständig pigmentfrei. Dagegen erkennt man in den tiefen Schichten der Cutis zahlreiche, meist dem Verlauf der Gefässe folgende pigmentirte Bindegewebszellen.

Tafel XIX.

Fig. 18. Schnitt durch die Haut des Hermelins vom 7. März; Verticalschnitt parallel den Haarwurzelebenen; die Wurzeln der jungen pigmentirten Papillenhaare erstrecken sich bis in die Nähe der quergestreiften Hautmuskelschicht *a*; die alte Haargeneration

des Winterkleids liegt mit den Kolbenenden ihrer Wurzeln in einer oberflächlicheren Hautschicht; die Kolbenwurzeln sind am besten bei *b*, *b* zu erkennen. Linie *c d* deutet die Schnittrichtung der Fig. 19 an. Zeiss A. Oc. I.

Fig. 19. Querschnitt durch die Haarwurzeln der Rückenhaut desselben Thieres, entsprechend der Linie *c d* in Fig. 18 geführt. *a* Quergeschnittene quergestreifte Hautmuskulatur. *b*, Querschnitte durch die Wurzelenden der jungen pigmentirten Haargeneration (das Pigment ist nur bei den grösseren, den Grannenhaaren, eingetragen), theilweise Querschnitte der Papillen zeigend, *c*, Querschnitte der Haarwurzeln beider Generationen in der Höhe der Talgdrüsen; *d*, Querschnitte der Haarbüschel, bereits von gemeinschaftlicher epidermoidaler Scheide umgeben. Zeiss A. Oc. I.

Fig. 20. Theil *b* der in Fig. 19 dargestellten Haarwurzel-Querschnitte bei stärkerer Vergrösserung (Zeiss D). Ein Grannenhaar (*b*), die übrigen Flaumhaare; bei *a*, *a* quergetroffene Schweissdrüsencanäle.

Fig. 21. Theil *d* des Schnittes Fig. 19 bei stärkerer Vergrösserung (Zeiss D. Oc. I). Zwei Haarbüschel kurz vor dem Austritt aus der Haut, ein jeder umgeben von einer gemeinschaftlichen Epidermisscheide. Sowohl Kolben- als Papillenhaare. Ein Theil der Haarquerschnitte ist herausgefallen.

Fig. 22. Längsschnitt der Rückenhaut des Hermelins vom 18. Januar. *a*, *a*, *a*, Quergestreifte Hautmuskulatur; *b*, *b*, Kolbenhaare des Winterkleids mit kleinen farblosen Epithelfortsätzen; daneben sieht man mehrfach Talgdrüsen getroffen. Zeiss A. Oc. I.

Fig. 23. Längsschnitt durch die Rückenhaut des Hermelins vom 29. April parallel den Haarbalgebenen. *a*, Hautmuskelschicht. Die Haarwurzeln sämmtlich im Kolbenzustand und im Niveau der Talgdrüsen. Zeiss A. Oc. I.

Fig. 24. Querschnitt senkrecht zum Verlauf der Haarbälge der Rückenhaut desselben Thieres. *a*, Hautmuskelschicht im Querschnitt; *c*, Schicht der Talgdrüsen mit den Kolbenwurzeln der Haare; *d*, Haarbüschel von gemeinschaftlicher Epidermis-Scheide umgeben. *a*, *c* und *d* entsprechen den mit gleichen Buchstaben bezeichneten Schichten in Fig. 19, während die in Fig. 19 mit *b* bezeichnete Schicht hier fehlt. Die mit *e* bezeichnete Gruppe und deren beide Nachbargruppen sind in Fig. 25 bei stärkerer Vergrösserung dargestellt. Zeiss A. Oc. I.

Fig. 25. Drei Haargruppen aus der Talgdrüsenregion im Querschnitt bei stärkerer Vergrösserung (Zeiss C. Oc. I), entsprechend der

mit *e* bezeichneten Gruppe und deren beiden Nachbarn in Fig. 24. Zwischen den Haargruppen und um sie herum Querschnitte von Talgdrüsen.

Fig. 26. Farbloses Grannenhaar aus der Spürhaarregion der Oberlippe, mit Kolbenwurzel. Zeiss A. Oc. I.

Sämmtliche Abbildungen mikroskopischer Präparate sind bei der angegebenen Vergrösserung mittelst des Abbe'schen Zeichenapparats genau aufgenommen, die feineren Verhältnisse bei stärkerer Vergrösserung ausgeführt.

Beiträge zur Entwicklungsgeschichte des Mittelohres und des Trommelfells des Menschen und der Säugethiere

von

Dr. Robert Dreyfuss in Strassburg i/Els.

Hierzu Tafel XX u. XXI.

Die Frage der Embryologie der Mittelohrgebilde und des Trommelfells hat seit den ersten Decennien unsres Jahrhunderts eine Reihe von Forschern beschäftigt und eine historische Skizze über die Entwicklung dieser Frage geben, hiesse zugleich einen Abriss der Geschichte der Embryologie im Allgemeinen darstellen. Es bedarf daher, wie ich glaube, keiner weiteren Begründung, wenn ich darauf verzichte, die umfassende Literatur in extenso und nach Citaten wiederzugeben, sondern den Leser auf das bibliographische Verzeichniss am Schlusse der Abhandlung verweise. Immerhin aber dürfte es angezeigt erscheinen, einen kurzen, historisch geordneten Ueberblick über die widerstreitenden Ansichten zu geben.

Die Geschichte der Embryologie des Mittelohrs ist eng verknüpft mit der Ausbildung der Lehre von den Kiemenspalten und Kiemenbogen und so können wir als ihren Grund- und Markstein die RATHKE-sche (1) Entdeckung der Kiemenspalten bezeichnen (1825).

Schon bevor RATHKE mit seiner Beobachtung das Vorhandensein dieser Gebilde nachgewiesen hatte, hatte man auf Grund theoretischer Erwägung dasselbe supponirt.

Nach ASCHERSON (2) soll bereits MALPIGHI (3) Andeutungen von Kiemenspalten geben auf Tafeln seines Werkes: „Appendix repetitas auctasque de ovo incubato obss. continens." Sicherlich aber hat C. F. WOLFF (4) dieselben bereits, wenn auch roh und ungenau, abgebildet. Bessere Zeichnungen lieferten BOIANUS (5) und SOEMMERING (6). Vor

Allen aber war es J. FR. MECKEL (7), der in seinen „Beiträgen zur vergleichenden Anatomie" 1811 sich dahin aussprach, dass in einer sehr frühen Periode die Embryonen der höheren Thiere wahrscheinlich mit „inneren Kiemen" versehen seien.

1825 beschrieb nun RATHKE (1) die Kiemenspalten an einem Schweineembryo als 4 durchgehende Spalten an jeder Seite des Halses, welche an ihrer inneren Fläche mit zarten Leistchen versehen sein sollten. HUSCHKE (8) wies dann dieselben beim Hühnchen als drei durchgehende Spalten nach, welche in den Schlund führen und von vorn nach hinten kleiner werden. Auch an einem Embryo von Lacerta agilis hat er sie beobachtet (9).

Bei menschlichen Embryonen sahen sie fast gleichzeitig RATHKE (10 und 11), von BAER (12—15) und BURDACH (16 und 17). Der 2. Band seiner „Physiologie als Erfahrungswissenschaft" enthält eine übersichtliche Darstellung der damaligen Kenntnisse.

Die weitere Ausbildung der Lehre von den Kiemenspalten soll uns jedoch hier nur insoweit interessiren, als ihr Zusammenhang mit der Bildung des Gehörorgans in Betracht gezogen wurde.

Zunächst sei die ältere Geschichte der Entstehung der Eustachischen Trompete und der Paukenhöhle erwähnt. Hier dürfte wohl CARUS (18) zuerst auf den Zusammenhang der inneren Kiemenöffnung mit der Ohrtrompete aufmerksam gemacht haben. HUSCHKE (19—22) behandelte dann in mehreren Arbeiten dieses Thema. Nach ihm bleibt der hintere Winkel der ersten Kiemenspalte, also zwischen Unterkiefer und dem ersten Kiemenbogen, offen und stellt so das Urrudiment von Eustachischer Trompete und Paukenhöhle dar.

von BAER konnte dieser Ansicht nicht vollkommen beistimmen. Er bemerkt (Ueber Entwicklungsgesch. der Thiere 2. Band, Seite 116 und 219 und in Burdach's Physiologie § 433), dass die Eustachische Röhre sowohl als die Paukenhöhle erst nach Schluss der ersten Kiemenspalte sich als eine Ausstülpung der Rachenhöhle entwickeln.

Derselben Ansicht wie von BAER huldigte zunächst auch RATHKE (Isis 1828, Seite 85), später aber schloss er sich HUSCHKE's Lehre an. Bezüglich der Tuba Eustachii kam auch VALENTIN (23) zu demselben Resultat, während ihm die Entstehung der Paukenhöhle unklar blieb. Bezüglich des letzteren Befundes stand er im Widerspruch mit den übrigen Autoren seiner Zeit, die alle (mit Ausnahme von HYRTL (24), für die Paukenhöhle einen gemeinschaftlichen Ursprung mit der Tube annahmen.

Den Grund für unsere Kenntniss über die Entwicklung der Gehörknöchelchen hat MECKEL (25) gelegt durch seine Entdeckung des embryonalen Zusammenhangs zwischen Hammerkopf und Unterkiefer, welcher durch ein Knorpelgebilde hergestellt wird, dessen Bezeichnung als MECKEL'scher Knorpel uns nunmehr geläufig ist.

HUSCHKE (26) wies dann zuerst auf den Zusammenhang zwischen Gehörknöchelchen und Kiemenapparat hin. Er schreibt: „Man muss ferner nicht denken, dass alle Kiemenbogen zusammenschmelzen und die Kette der Gehörknöchelchen bilden; soviel ich aus meinen Beobachtungen schliessen kann, thun es blos die zwei vordern. Der erste bildet den Hammer, der zweite den Ambos, beide aber fliessen oben zusammen in einem Stücke, dem Steigbügel." Auch in einer späteren Mittheilung (27) hielt er an diesem Resultate fest. Nach RATHKE (28) und VALENTIN (23) dagegen entständen Hammer und Ambos gemeinschaftlich als „eine aus der hintern Wand der Paukenhöhle hervorwachsende Warze, welche sich schnell verlängert und die innere Seite des Unterkiefers erreicht. Diese metamorphosirt sich nun zu dem Hammer und dessen MECKEL'schen Fortsatze, sowie ohne Zweifel auch zu dem Körper des Amboses. Erst nachdem dieses erste Rudiment der Gehörknöchelchen erschienen . . . ., entsteht die Warze des Steigbügels . . . ., wahrscheinlich als Wucherung des Labyrinths in die Paukenhöhle und nicht der hintern Wand der Paukenhöhle selbst".

Dies war ungefähr der Stand der Kenntnisse, als REICHERT (29) mit seiner, in ihren Resultaten theilweise heute noch mustergiltigen Untersuchung hervortrat. Nach ihm entwickelt sich der äussere Gehörgang aus dem äusseren Theil der ersten Visceralspalte, die Paukenhöhle und Tube aus dem inneren Theil derselben, Hammer und Ambos aus dem ersten Kiemenbogen; der Steigbügel stelle den hinteren Theil des zweiten Kiemenbogens dar. Vom MECKEL'schen Fortsatze bleibe ein plattgedrückter Ueberrest im späteren Leben bestehen, verknöchere und bilde den Processus Folianus des Hammers. Hierin befand sich REICHERT im Widerspruch mit J. F. MECKEL (25), E. H. WEBER (30), G. VALENTIN (23), die in richtiger Weise den MECKEL'schen Knorpel und den unter ihm liegenden Folianischen Fortsatz als zwei ganz verschiedene Gebilde auseinanderhielten. REICHERT gab dann weiter die ersten Aufschlüsse über die Entwicklung des Annulus tympanicus und erkannte in richtiger Weise, dass derselbe „seiner Genese nach eigentlich mit dem Wirbeltypus genau genommen in sehr geringer oder wohl gar keiner Beziehung" stehe.

„Seine Muttersubstanz ist jene Bildungsmasse, welche in der ersten Visceralspalte sich zeigte, um den äusseren Theil derselben, welcher zum äusseren Gehörgang und Ohr, und den inneren, welcher zur Paukenhöhle und der Eustachischen Trompete sich ausbildet, zu trennen."

BISCHOFF (31) acceptirt REICHERT's Lehre, ohne, wie es scheint, selbst Untersuchungen auf diesem Gebiete angestellt zu haben.

Nach GÜNTHER (32) entstehen alle 3 Gehörknöchelchen aus dem ersten Kiemenbogen; der Steigbügel erhalte am Ende des dritten Monats seine spätere Form, während er ursprünglich als solider, undurchbohrter Zapfen angelegt werde. (Es stellt dieser letzte Punkt

keine besondere Entdeckung dar, ich erwähne ihn nur deshalb, um zu bemerken, dass bis zu GÜNTHER noch jeder Forscher den Steigbügel als solide Anlage entstehen liess.) Mit GÜNTHER's Monographie kam die Lehre von der Entwicklung des Mittelohrs für längere Zeit zum Stillstand. Nachdem zwei so gründliche Forscher wie REICHERT und GÜNTHER diese anatomische Frage mit allen damals zur Verfügung stehenden Mitteln bearbeitet hatten, d. h. mittelst der Dissectionsmethode unter Leitung der Loupe, und nahezu zu denselben Resultaten gelangt waren (die Entstehung des Steigbügels ausgenommen), schien die Sache erledigt.

Nach einer 20jährigen Pause nahmen MAGITOT und ROBIN (33) die Untersuchung wieder auf. Nach ihnen stellt nur der Hammer das Derivat des ersten Kiemenbogens dar; Ambos mit Os lenticulare und Steigbügel lassen sie selbstständig im gelatinösen Bindegewebe der Paukenhöhle entstehen.

HUXLEY (34) stellte sich in seiner ersten Arbeit auf den Boden der REICHERT'schen Entdeckung ebenso wie BRUCH (35—36); später jedoch erklärte er (37—38) den Ambos als das proximale Ende des zweiten Kiemenbogens und kam zu denselben Resultaten wie PARKER (39—40). Dieser Forscher, dem wir eine Reihe von Untersuchungen über die Morphologie des Schädels verdanken, von denen ich aber in dem Literaturverzeichniss nur zwei für das vorliegende Thema besonders in Betracht kommende aufgeführt habe, dieser Forscher, sage ich, liess sich, wie ich glaube, zu sehr von vergleichend-anatomischen Raisonnements leiten, als er den Satz aufstellte, dass nur der Hammer das proximale Ende des MECKEL'schen Knorpels darstelle, der Ambos jedoch aus dem zweiten Kiemenbogen entstehe und der Steigbügel aus der periotischen Kapsel sich abspalte.

SEMMER's Untersuchungen ergaben als Resultat bezüglich Hammer und Ambos eine gemeinschaftliche Entwicklung aus dem ersten Kiemenbogen, bezüglich des Steigbügels jedoch blieb SEMMER im Unklaren und hielt es für wahrscheinlich, dass er ein Derivat des zweiten Kiemenbogens sei.

In der zweiten Hälfte der siebziger Jahre häuften sich die Arbeiten über die Entwicklung des Mittelohrs, der Tube und des Trommelfells. Zunächst war es die Entwicklung der Tube, über welche zwei Ansichten sich entgegenstanden.

HUNT (42—43) und URBANTSCHITSCH (44) behaupteten nämlich, dass Tube und Paukenhöhle selbstständige Ausstülpungen der Rachenhöhle seien, während MOLDENHAUER (45) dieselbe aus dem Vorderdarm und KÖLLIKER (46—47) aus der ersten Kiemenspalte sich entwickeln liessen. Was die Gehörknöchelchen anbetrifft, so lässt HUNT (42—43) den Hammer aus dem ersten Kiemenbogen entstehen, dem Ambos vindicirt er eine gewisse Unabhängigkeit in der Entwicklung,

ebenso dem Steigbügel, der weder mit den Kiemenbogen noch mit der Labyrinthkapsel etwas zu thun habe. Nach KÖLLIKER entstehen Hammer und Ambos aus dem Unterkieferfortsatz des ersten Kiemenbogens; die Frage nach der Steigbügelentstehung lässt KÖLLIKER offen und kann sich weder für seine Derivation vom zweiten Bogen entscheiden, noch PARKER's (39—40) und GRUBER's (48—50) Ansichten beistimmen, die einen labyrinthären Ursprung annehmen. GRUBER hatte nämlich in einer Reihe von Publicationen die Entdeckung gemacht, dass nicht allein der Steigbügel aus dem Labyrinthknorpel entstehe und relativ spät sich erst absondere, sondern dass auch „Hammer und Ambos gerade so wie der Steigbügel nicht aus den Visceralbögen, sondern aus dem Kopfwirbel und zwar aus derselben Bildungsmasse, aus welcher sich die Labyrinthkapsel entwickelt", gebildet werden.

Merkwürdiger Weise (oder auch nicht merkwürdiger Weise) hat diese Entdeckung, die doch eigentlich eine Reihe sorgfältiger Arbeiten in ihren Resultaten als unrichtig erscheinen liess, keine Erwiderung gefunden.

SALENSKY's (51—52) Befunde an Schaf- und Schweinsembryonen lauten: Hammer und Ambos entstehen ausschliesslich aus dem ersten Kiemenbogen, der Steigbügel bildet sich unabhängig von den übrigen Gehörknöchelchen als eine von Anfang an durchlöcherte Platte, welche die später obliterirende „Arteria mandibularis" umfasst. Nach SALENSKY hat also der Steigbügel mit den Kiemenbogen nichts zu schaffen.

FRASER (53—54) schliesst sich im Allgemeinen HUXLEY's Lehren an, obwohl ihm der Nachweis des ursprünglichen Zusammenhangs von langem Ambosschenkel und Cartilago hyoidea, wie ihn PARKER und HUXLEY aufstellen, nicht gelungen ist. Bezüglich des Steigbügels nimmt er eine sowohl von Labyrinth als Kiemenbogen unabhängige Anlage an.

HOFFMANN's (55) Untersuchungen an Lacerta und Tropidonotus (Reptilien) und Sterna und Larus (Vögel) und an Kaninchen veranlassten ihn, sich MOLDENHAUER (45) und KÖLLIKER (46—47) anzuschliessen: „Der Canalis tubo-tympanicus zeigt sich auch hier wieder als eine nach aussen, oben und vorn gerichtete Ausstülpung der ersten Kiementasche; aus seiner Lage zwischen dem Trigeminus und Acustico-Facialis folgt auch wieder, dass er mit der Spritzlochkieme der Selachier homolog ist. Ueber die Bildung des Trommelfells bin ich noch zu keinem befriedigenden Resultate gelangt." Zu ähnlichem Resultate bezüglich des Canalis tubo-tympanicus kam auch TUTTLE (56). Die Bildung des Trommelfells wird ihm klar, nämlich als Bildung einer Membran an der Stelle, wo die erste Kiemenspalte sich schliesst.

von NOORDEN (57) untersuchte die von HIS (58) bereits beschriebenen Embryonen. Seine Befunde über die Entwicklung des Stapes, die er allerdings nicht richtig deuten konnte, da sein Material zu be-

schränkt war, sind von besonderem Interesse und sollen später noch erwähnt werden.

Zu gleicher Zeit wie von NOORDEN publicirte auch GRADENIGO (59—61) eine auf einem grossen, allerdings ebenfalls nicht systematischen Material basirende Arbeit, die unsere Kenntnisse über die embryonale Anlage des Mittelohrs in vieler Beziehung erweiterte und förderte. Wie NOORDEN kam auch er bezüglich des Steigbügels zur Ansicht, dass alle Autoren bis jetzt der unrichtigen Ansicht gewesen seien, indem der Stapes sich aus zwei Theilen entwickle, aus einem Labyrinththeil, der im ovalen Fenster stecke und die spätere Basalplatte des Steigbügels abgebe und aus dem Annulus stapedialis, der sich vom zweiten Kiemenbogen abspalte und die beiden Schenkel liefere. Auf diesen wie die übrigen Befunde GRADENIGO's werde ich noch später zurückkommen.

RABL (62), dessen Arbeit sich zwar nicht speciell mit unserem Thema beschäftigt, glaubt, der Nervenvertheilung wegen, dass der Steigbügel sich aus dem zweiten Kiemenbogen entwickle.

Eine ganz vorzügliche und gründliche Untersuchung über die Entwicklung der embryonalen Schlundspalten und ihre Derivate verdanken wir PIERSOL (63), der sich der BORN'schen (64) Plattenmodellirmethode bediente und zu, so zu sagen, unanfechtbaren Resultaten gelangte. Nach ihm (l. c. S. 173) entwickelt sich das mittlere Ohr aus drei verschiedenen Theilen: a) aus einer Rinne des Rachens, b) aus der ersten Schlundtasche, c) aus einer Schlunderweiterung, die den Rest der dorsalen Spitze der zweiten Schlundtasche aufnimmt. Die Paukenhöhle stamme hauptsächlich von einem secundären Auswuchs der ersten Tasche und der Rachenrinne ab, während die Tube aus dem verengerten gemeinsamen Raume der ersten Tasche und der Schlunderweiterung entstehe.

KASTSCHENKO's (65) Schluss, dass das mittlere Gehörorgan keineswegs aus der ersten Schlundspalte, sondern in Folge der Verengung des Seitentheils des embryonalen Schlundes entstehe, scheint PIERSOL eine zu weitgehende Behauptung zu sein, indem die Paukenhöhle in ihrem grössten Theile das directe Derivat der ersten Schlundspalte und der Rachenrinne ist und in ihrer Entwicklung mit der Schlundausbuchtung sehr wenig zu thun hat.

MALL's (66) Arbeiten waren mir, soweit sie sich auf das Mittelohr und nicht auf die Halsregion beziehen, weder im Original noch in einem Referat zugänglich, so dass ich über seine Befunde nicht unterrichtet bin.

DRAISPUL (67) stellte an einem, wie ich sogleich bemerken will, durchaus lückenhaften Material Untersuchungen an über die Entwicklung des Trommelfells und kam zu dementsprechenden Resultaten.

Dagegen war das Material, welches STADERINI zu Gebote stand, ein für den Zweck seiner Arbeit vorzüglich geeignetes. STADERINI fand, dass der Annulus stapedialis sich unabhängig von den beiden Kiemenbogen entwickelt. Seine weitere Ausbildung zum Steigbügel hat STADERINI allerdings nicht verfolgt.

Dies ist das vorliegende literarische Material. Es wäre dann noch eine Reihe von Autoren (MOOS (69), GELLÉ (70), POLITZER (71—72), BRUNNER (73) u. A.) zu erwähnen, die über die Histologie und vergleichende Anatomie des Mittelohrs gearbeitet haben und auch embryologische Stadien für ihre Zwecke zu Rathe zogen; ich lasse dieselben jedoch hier unerwähnt, da ich auf sie im Verfolg meiner Arbeit noch recurriren werde.

Ich wende mich nun zu meinen eigenen Befunden. Zur Untersuchung diente mir zuerst eine Anzahl menschlicher Embryonen vom Beginn des dritten bis zum Ende des sechsten Monats. Bald stellte es sich aber heraus, dass diese Stadien zur Lösung der vorliegenden entwicklungsgeschichtlichen Fragen viel zu vorgeschritten waren. Da ausserdem eine Reihe von Schafembryonen aus demselben Grunde mir nicht genügend erschien, so liess ich Kaninchen und Meerschweinchen belegen und ergänzte so die vorhandenen Lücken. Die Ohren von erwachsenen Thieren (Schaf, Kaninchen, Meerschweinchen und weissen Mäusen) wurden zum Vergleich herbeigezogen.

Zur Fixirung benützte ich $^1/_3$—$^1/_2$ % Chromsäurelösung (ein Theil der menschlichen Foeten war in MÜLLER'scher Flüssigkeit gehärtet), zur Entkalkung 1 % Salzsäure-Chromsäurelösung und bei einigen erwachsenen Thieren die Phloroglucin-Salpetersäuremethode (HAUG 74); zur Einbettung Paraffin und bei entkalkten Präparaten Celloidin, zur Färbung Alauncarmin oder Boraxcarmin. Schnittmethode: Serienschnitte.

Ich gebe nun zunächst die anatomischen Befunde der einzelnen Stadien, um am Schluss der Arbeit dieselben zusammen zu fassen und sie mit den Befunden der übrigen Autoren zu vergleichen.

Meerschweinchen-Embryo von 22 Tagen

(entspricht ungefähr dem Katzenembryo GRADENIGO's von 12 mm Scheitelsteisslänge; STADERINI hat kein so frühes Stadium untersucht).

Mesocephalische Krümmung, Kiemenbogen deutlich entwickelt. Die erste Kiemenspalte ist geschlossen; bei einem der Embryonen findet sich eine epitheliale Verklebung an ihrer Stelle. Die Gehörblase stellt einen kugligen Sack dar, der nach oben spitz zuläuft, indem er von

beiden Seiten comprimirt wird. Von der Scheidung in Schnecke, Vorhof und Bogengänge noch keine Spur, nur der Ductus endolymphaticus ist bereits abgegrenzt und liegt median von der Gehörblase. Die späteren Skelettelemente sind von dem übrigen Gewebe dadurch zu unterscheiden, dass ihre Zellen sich stärker tingiren und dichter aneinanderliegen. Dies wird bei schwacher Vergrösserung am deutlichsten. Die spätere Knorpelkapsel des Labyrinths ist als eine solche kreisförmige Masse angelegt; an ihrer lateralen Fläche ist keine Lücke, die etwa später das Foramen ovale oder rotundum darstellen soll, bemerkbar.

Den Prominenzen der zwei ersten Kiemenbogen an der Oberfläche des Embryo entsprechen im Innern dichte Anhäufungen von Zellmassen, die ich kurzweg mit dem Namen Blastem bezeichnen werde. Ich verstehe unter Blastem (Bildungsmasse, formating tissue) ein Gewebe, das sich in einem noch unentwickelterem Stadium befindet als dasjenige, welches von Rabl (62) als Chondroblastem und von Gradenigo (59—61) als Vorknorpel bezeichnet wird. Aus dem Blastem wird nicht allein Knorpel und Perichondrium gebildet, sondern Muskeln, Bindegewebe und Knochen (Deckknochen) können aus ihm hervorgehen. Das weitere Entwicklungsstadium nenne ich Chondroblastem oder Vorknorpel und zwar deshalb, weil aus ihm gewöhnlich Knorpel und Perichondrium sich bilden, „gewöhnlich" sage ich deshalb, weil in Folge von Resorptions- oder Involutionsvorgängen auch das Chondroblastem zu Bindegewebe oder Bandmasse sich umbilden bezw. vollständig verschwinden kann.

Unter dem Mikroskop lässt sich das Chondroblastem oder der Vorknorpel vom Blastem durch eine dichtere Gruppirung und Tingirung der Zellen unterscheiden; ausserdem durch das häufige Vorkommen von unregelmässig geformten Kernen, die ihre runde oder ovale Form zuweilen gegen eine spindelförmige vertauschen. Intercellularsubstanz findet sich in dem Gewebe, was ich — promiscue — Chondroblastem oder Vorknorpel nenne, absolut nicht. Sobald diese auftritt, spreche ich von jugendlichem Knorpelgewebe oder Jungknorpel. Das weitere Stadium endlich ist der reife Knorpel oder Knorpel schlechtweg.

Von dem ersten Kiemenbogen ist das proximale Ende noch nicht in das vorknorplige Stadium eingetreten; es stellt vielmehr eine breite Blastemmasse dar, die sich vor dem Facialis in der Höhe seines Knies nach der Labyrinthanlage zu wendet (Fig. 1. A. m.) und dort an ein Blastemgewebe anstösst, das die Anlage des Annulus stapedialis (An. st.) darstellt. Während also an dem proximalen Ende des ersten Kiemenbogens nichts von den späteren Gebilden (Ossicula auditus) zu differenziren ist, enthält das distale Ende und die Mitte seines Verlaufs eine Zellanhäufung, die durch ihre Dichte sich recht wohl abhebt und als späterer Meckel'scher Knorpel zu betrachten ist. Er liegt mitten

im Blastem des ersten Kiemenbogens und verliert sich proximalwärts allmählich in demselben.

In ähnlicher Weise verhält sich das Blastem des zweiten Kiemenbogens (Hy.). Auch es legt sich an den Annulus stapedialis an und begrenzt denselben von unten. Aber auch im zweiten Kiemenbogen ist das proximale Ende des REICHERT'schen Knorpels noch nicht aus der Gesammtmasse differenzirt und erst distalwärts hebt sich das Chondroblastem hervor. Dasselbe ist viel deutlicher ausgebildet als im ersten Bogen und am Boden des Zungenwulstes bis zur Anlage des Kehlkopfs hin zu verfolgen. Es verläuft nicht genau parallel zum Chondroblastem des MECKEL'schen Knorpels, sondern hat einen stärker nach der Mittellinie gerichteten Verlauf.

Die blastematöse Anlage des Annulus stapedialis (Fig. 1. An. st.) ist bereits vorhanden. Sie stellt sich dar als eine um ein dünnes Gefäss gruppirte Zellanhäufung. Diese centrirte Schichtung der Zellen um das Gefäss (Arteria stapedialis, Art. mandibularis SALENSKY) berechtigt uns, die Zellanhäufung von den proximalen Enden der beiden Kiemenbogenblasteme abzugrenzen; beide liegen jedoch dem Annulus dicht an. Nach aussen von ihm verläuft der Facialis, nach innen liegt indifferentes Gewebe, das die laterale Peripherie des Blastems der Labyrinthkapsel (Lab.) umgiebt. Der Annulus stapedialis ist also ursprünglich durch indifferentes Gewebe von der Labyrinthkapsel getrennt und hat nichts mit ihr zu thun. Den oberen Theil der Labyrinthkapsel begrenzt lateral die mächtige Vena jugularis in weitem Bogen. Die Carotis ist von geringerem Umfang, steigt in einem Bogen von der Mittellinie her an der hinteren Wand des Darmcanals herauf zur Schädelbasis.

Das spätere Trommelfell und der Annulus tympanicus sind noch nicht zu erkennen. An ihrer Stelle liegt vielmehr eine Anhäufung indifferenter Zellen, die sich zusammensetzt aus dem, wenn ich so — allerdings unschön — sagen darf, allmählichen Undichtwerden der Zellanhäufungen, die das proximale Blastem der beiden Kiemenbogen darstellen. Es ist noch keine Spur von äusserem Gehörgang vorhanden, da ein äusserer Ohrwulst nicht gebildet ist. Die Stelle des späteren Trommelfells liegt also direct an der Oberfläche des Kopfes bezw. der Gesichtswand.

Zwischen den Erhebungen der beiden Kiemenbogen ist, wie ich schon oben bemerkte, bei einem Embryo auf einer Körperseite noch eine epitheliale Verklebung der Kiemenspalte vorhanden. In diesem Stadium werden Paukenhöhle und Tube von der ersten Kiemenspalte dargestellt, die sich trichterförmig nach der äusseren Gesichtswand zuspitzt, an ihrer inneren Seite also ein weites Lumen besitzt und in den Vorderdarm übergeht. Sie reicht bereits ziemlich hoch herauf, nämlich bis an die Steigbügelringanlage und hat einen bogenförmigen Verlauf,

indem sie sich um das convexe Labyrinthgehäuse auf dessen Vorderfläche herumwindet und nach oben, hinten und aussen zieht.

Kaninchen-Embryo von 15 Tagen.

Das 15tägige Kaninchen stellt ein entschieden vorgeschritteneres Stadium dar gegenüber dem 22tägigen Meerschweinchen. Es zeigt sich dies weniger an den äusseren Conturen und der Körpergrösse, als vielmehr an der weiteren Ausbildung der Labyrinthblase. Es beginnt nämlich die Schnecke sich von der Labyrinthblase abzuschnüren, dagegen ist von einer Differenzirung der Bogengänge nichts zu sehen.

Der erste Kiemenbogen stellt an seinem proximalen Ende eine breite Blastemmasse dar. Gegenüber dem vorhergehenden Stadium ist jedoch eine Veränderung vor sich gegangen. Es hat sich nämlich das Blastem am proximalen Ende aufgehellt und ist zu indifferentem Gewebe geworden, dem Vorläufer des Schleimgewebes der Paukenhöhle, so dass jetzt der Annulus stapedialis in einer gewissen Entfernung vom proximalen Ende des ersten Kiemenbogens sich befindet.

Am ersten Kiemenbogen selbst sind im Uebrigen noch dieselben Verhältnisse wie beim Meerschweinchen von 22 Tagen. Das Chondroblastem ist in keiner Weise stärker ausgebildet oder besser differenzirt wie bei jenem.

Der zweite Kiemenbogen bietet genau dasselbe Stadium wie beim vorhergehenden Embryo. Es liegt also sein proximales Blastem dem Annulus stapedialis dicht an.

So ist es erklärlich, dass man leicht auf den Gedanken kommen kann, der stapediale Ring differenzire sich aus dem zweiten Kiemenbogen heraus, wenn dieses Embryonalstadium das jüngste einer Untersuchungsreihe darstellt (z. B. GRADENIGO 59—61). Ich werde aber später zeigen, dass das proximale Blastem des zweiten Kiemenbogens durchaus nicht mit dem proximalen Ende des REICHERT'schen Knorpels identisch ist, dass vielmehr letzterer weiter distalwärts seinen Anfang nimmt. Auch beim 15tägigen Kaninchen lässt sich bezüglich des distalen Theils des zweiten Kiemenbogens dasselbe sagen wie beim 22 Tage alten Meerschweinchen, nämlich: Das Chondroblastem des REICHERT'schen Knorpels lässt sich bis zum Kehlkopf gut überblicken und verliert sich proximalwärts im Blastem des zugehörigen Kiemenbogens.

Der Annulus stapedialis stellt, wie bei dem ersten Embryo, einen Ring von dicht aneinanderliegenden Zellen dar, der von der jetzt kräftiger entwickelten Arteria stapedialis (Fig. 2) durchbohrt wird. Er liegt noch in ziemlicher Entfernung vom Blastem der Labyrinthkapsel, wenn

auch nicht soweit wie beim 22tägigen Meerschweinchen. Auch ein äusserer Gehörgang fehlt noch. Paukenhöhle und Tube haben ein sehr enges Lumen. Bezüglich der spätern Trommelfellanlage gilt das beim ersten Embryo Gesagte.

Meerschweinchen-Embryo von 26 Tagen.

Einen Uebergang zu dem bedeutenden Fortschritt in der Entwicklung der Ohrgebilde, wie er beim Kaninchen vom 15. auf den 16. Tag von Statten geht, bilden die Verhältnisse beim 26 Tage alten Meerschweinchen.

Die drei Bogengänge und die Schnecke haben sich vom Vorhof abgezweigt; die gesammte periotische Kapsel besteht aus Vorknorpel; der Unterkiefertheil des späteren MECKEL'schen Knorpels, welcher einen schlanken Stab darstellt und sich in der Mittellinie an den der andern Seite anlegt, zeigt in seinem Gewebe bereits Intercellularsubstanz, so dass er schon an die Structur, die ich jungknorplig genannt habe, erinnert. Proximalwärts, wenn wir uns der Paukenhöhlenregion nähern, verschwindet die Intercellularsubstanz; hier ist also noch reiner Vorknorpel. Der Kiemenbogen ist hier verbreitert und besitzt keine scharfe Contur, speciell nach innen und unten verliert sein Gewebe die scharfe Angrenzung und geht in eine dichte und breite Zellanhäufung über, das spätere Manubrium mallei.

Eine, wenn auch nicht directe (vergl. unten), Fortsetzung des MECKEL'schen Stabes nach hinten ist der Ambos. Auch er besteht aus einer vorknorpligen Masse, die von der des Hammers sehr wohl abgegrenzt ist. Wie bei letzterem sind auch beim Ambos die Conturen der Unterfläche verschwommen; ein wenig abgegrenztes Blastem stellt die Anlage für den langen Ambosschenkel dar. Sein kurzer Schenkel, ebenfalls blastematöser Structur, ist noch wenig ausgebildet. Hammer- und Amboskörper sind durch ein Gebilde getrennt, das bei dem 17tägigen Kaninchen genauer beschrieben werden soll. Der Annulus stapedialis ist ein an seiner medialen Fläche abgeplatteter Ring (Fig 3. An. st.) aus vorknorpligem Gewebe. Seine mediale Fläche legt sich an die vorknorplige Labyrinthwand an, vielleicht kann man noch einen minimalen Spalt zwischen beiden entdecken. Die Labyrinthwand ist an dieser Stelle ein wenig concav geformt.

Der zweite Kiemenbogen und sein proximales Ende verhält sich wie beim nunmehr zu beschreibenden Kaninchen von 16 Tagen; dasselbe gilt auch von den übrigen Ohrgebilden.

Kaninchen-Embryo von 16 Tagen.

Es sind bereits die drei Bogengänge und die Schnecke abgegrenzt. Die periotische Kapsel besteht aus vorknorpligem Gewebe; aus demselben Gewebe sind auch diejenigen Stellen der Kapsel zusammengesetzt, an denen sich später die beiden Fenster ausbilden. Die ersten Kiemenbogen stossen in der Mittellinie zusammen, sind an ihrem Vereinigungspunkt vorknorpliger Structur, aber dicht nebenan beginnt bereits jungknorpliges Gewebe, d. h. ein Gewebe mit Zellen, unregelmässig in ihrer Form, aber regelmässig in ihrer Schichtung, eingebettet in eine homogene, sich nicht färbende Intercellularsubstanz. Das umgebende Perichondrium ist deutlich als eine einfache Lage spindelförmiger Zellen ausgebildet. Der Jungknorpel reicht im ersten Kiemenbogen bis in die Nähe der späteren Paukenhöhle und macht allmählich dem Vorknorpel Platz. Der erste Kiemenbogen, oder wie wir ihn jetzt kurz bezeichnen können, MECKEL'sche Knorpel, stellt in seiner extratympanalen Partie einen schlanken, runden Stab aus jungknorpligem Gewebe dar.

Hammer und Ambos sind bereits getrennt, der Ambos ist noch reines Chondroblastem, die Hammerstructur neigt bereits zum Jungknorpel hin. Der Hammerkopf stellt das etwas kolbig angeschwollene Ende des MECKEL'schen Knorpels vor. Von seinen späteren Fortsätzen ist das Manubrium als Blastem angelegt, das von dem Hammerkopf aus nach innen und etwas nach vorn in fast horizontaler Richtung auswächst. Diese Richtung bedingt, dass es auf den horizontalen Transversalschnitten des Kopfes in einem Schnitte fast in seiner ganzen Länge sich repräsentirt.

DasBlastem des Manubrium ist eingebettet in dasjenige indifferente Gewebe, welches das spätere Trommelfell darstellt und zwar geht es unmerklich in dasselbe über. Immerhin ist aber die Contour des Manubrium etwas sicherer formirt als beim Meerschweinchen von 26 Tagen.

Der Ambos ist vom Hammer getrennt. Der Kopf des Hammers besteht aus jungknorpligem Gewebe, das allmählich nach unten in der Gegend des Hammerhalses in Vorknorpel und im Manubrium in Blastem übergeht. Der Ambos ist vorknorpliger Structur. Sein Körper umgiebt auf beiden Seiten das proximale Ende des Hammers. Der kurze Amboschenkel ist noch recht jungendlicher Structur und verliert sich allmählich in die Kapsel der Bogengänge. (Das Kaninchen zeigt hier eine Differenz von dem Meerschweinchen desselben Stadiums, wo proximales Ambosende und Labyrinth durch die Zwischenlagerung von indifferentem Gewebe bereits getrennt sind.) Der lange Fortsatz des Ambos (Fig. 4. Inc.) ist blastematös und von unbestimmter Contour.

Er geht parallel dem Manubrium mallei im indifferenten Gewebe der Paukenhöhle nach dem Annulus stapedialis zu. Der lange Fortsatz des Amboses, ebenso wie der Hammerhandgriff, haben sich also innerhalb der letzten 24 Stunden gebildet. Der Annulus stapedialis (Fig. 4. An. st.) hat sich nunmehr an die Vorhofswand angelegt in Form eines von der Arteria stapedialis durchbohrten vorknorpligen Rings. Medianwärts und etwas nach hinten grenzt er an die vorknorplige Vorhofswand. Hier buchtet er sich schon etwas in dieselbe hinein, so dass letztere eine leichte Delle an ihrer lateralen und eine leichte Convexität an ihrer inneren, vestibulären Fläche erhält. Lateralwärts und ein wenig nach vorn grenzt der Vorknorpel des Annulus an das Ende des langen Ambosschenkels, das noch Blastemgewebe (im Uebergang zum Vorknorpel) enthält. Nach vorn vom Annulus liegt das indifferente Gewebe, das die Paukenhöhle erfüllt; nach hinten und aussen verläuft der Facialis, der an seiner vorderen und äusseren Peripherie von einem, auf dem Querschnitt sichelförmigen Blastem bekleidet wird. Dieses Blastem nimmt weiter unten bestimmtere Conturen an und geht in den Arcus hyoideus, den zweiten Kiemenbogen über. Dieser besteht aus Vorknorpel, in der Mitte seines Verlaufs allerdings bereits mit Spur von Intercellularsubstanz, also Jungknorpel. Vom Annulus stapedialis ist das proximale Ende des zweiten Kiemenbogens, soweit es durch seinen runden Querschnitt als wohlbegrenzter Vorknorpel sich zeigt, weit entfernt, aber auch selbst die obere Fortsetzung des proximalen Endes, d. h. jene oben als Sichelform beschriebene Zellanhäufung an der vorderen äusseren Peripherie des N. facialis ist sowohl vom Annulus stapedialis als vom unteren Ende des langen Ambosschenkels in genügender Entfernung; indifferentes Gewebe der Paukenhöhle liegt dazwischen.

Die sichelförmige Zellanhäufung plus dem nach vorn von ihr gelegenen indifferenten Gewebe stellt also das dar, was ich beim 22 Tage alten Meerschweinchen und beim 15tägigen Kaninchen als Blastem des proximalen Endes des zweiten Kiemenbogens bezeichnet habe; auf diese Form ist das Blastem reducirt.

Die Tuba stellt einen Canal dar, dessen trichterförmige Erweiterung in das Cavum pharyngeum mündet. In der Paukenhöhle theilt sich der Canal in zwei Arme, der eine steigt nach hinten oben bis an den Annulus stapedialis, der andere geht horizontal nach vorn. Der übrige Raum der Paukenhöhle enthält zellreiches Gewebe, das noch keinen Schleimgewebscharakter hat. Muskeln und Bänder sind in ihm noch nicht zu unterscheiden. Das Trommelfell stellt eine breite, dicke, nahezu horizontale Platte dar. Annulus tympanicus und Membrana propria tympani haben sich noch nicht herausdifferenzirt. Der äussere Gehörgang ist bereits ein langgestreckter, gekrümmter Canal, dessen äusseres Ende von der Ohrmuschel bedeckt wird.

Kaninchen-Embryo von 17 Tagen.

Auch vom 16. auf den 17. Tag macht die Entwicklung der Mittelohrgebilde rasche Fortschritte. Die Ausbildung und feinere Gestaltung der 3 Bogengänge geht einher mit einem sehr starken Wachsthum des sie umgebenden Knorpels. Die Schnecke beginnt ihre Spiraldrehung. Der grösste Theil der Capsula periotica besteht aus jungem Knorpel; einzelne Stellen haben noch Vorknorpel (siehe weiter unten).

Der MECKEL'sche Knorpel, der in einem leicht nach oben convexen Bogen in den Hammerkopf übergeht, zeigt jungknorplige Structur, desgleichen der Hammerkopf und -Hals. Das Manubrium hat Vorknorpel. Der kurze Hammerfortsatz ist noch nicht formirt; an seiner Stelle liegt eine Zellmasse, die durch den Zusammenfluss der Zellreihen der Membrana propria des Trommelfells gebildet wird.

Vom Processus longus sive Folianus mallei ist noch nichts zu sehen. Das Manubrium behält seine nach vorn und innen gerichtete, nahezu horizontale Lage bei. Es besteht aus einer dichten Zellanhäufung, Vorknorpel, und wird von lichteren Zellschichten umgeben, Membrana propria des Trommelfells.

Der Ambos hat nunmehr seine Schenkel vollständig, quoad formationem, entwickelt. Der Körper des Amboses ebenso wie der Haupttheil seiner Fortsätze besteht aus Jungknorpel, nur am hinteren Ende des kurzen Schenkels findet sich Vorknorpel, der continuirlich übergeht in das spätere Befestigungsband, das die Spitze des kurzen Schenkels mit der Labyrinthwand verbindet. Die Zellmasse dieses Befestigungsbandes, vom Vorknorpel histologisch nicht zu differenziren, geht hinwiederum über in einen an dieser Stelle noch vorknorpligen Theil der sonst jungknorpligen Bogengangskapsel.

Auch der lange Ambosschenkel hat an seinem Ende einen Bezirk von Vorknorpel, da wo sich das Linsenbein entwickelt, das mit ihm continuirlich zusammenhängt und nicht als ein besonderes Skelettstück angelegt wird. Der lange Ambosschenkel hat sich gegenüber dem Verhältniss der horizontalen Lagerung im 16tägigen Kaninchen etwas aufgerichtet.

Der Annulus stapedialis (Fig. 5. An. st.) stellt einen median abgeplatteten jungknorpligen Ring dar, die Arteria stapedialis ist verschwunden.

Der Ring senkt sich bereits tief in die Labyrinthwand hinein. Der Vorknorpel des ovalen Fensters ist da, wo der Annulus stapedialis anliegt, auf eine schmale Lamella geschrumpft (s. Fig. 5) oder, vielleicht besser gesagt, von dem andrängenden Annulus comprimirt, und stellt so nur mehr ein verdicktes Perichondrium der Vorhofkapsel dar. Der Vorknorpel der Labyrinthwand rings um den Stapes ist in seinem

Zustand erhalten geblieben (ebenso wie die Stelle des runden Fensters), während die übrige Labyrinthwand jungknorpliger Structur geworden ist. Wenn ich sage, der vorknorplige Zustand ist erhalten geblieben, so ist dies doch nur cum grano salis aufzufassen; denn das Gewebe hat sich doch bedeutend aufgehellt und zeigt die Tendenz, in Bindegewebe (Kapselband!) überzugehen.

Hammer und Ambos werden von einander getrennt durch ein Gebilde, dessen erste Spuren bereits im 16 tägigen Kaninchen und auch im 26 tägigen Meerschweinchen sich zeigten, das aber dort noch so undeutlich sich den Blicken darbot, dass ich lieber auf eine Beschreibung verzichtete.

Dieses Gebilde, welches auf den Fig. 7, 8 und 9 mit der Bezeichnung Zw dargestellt ist, liegt ähnlich wie ein Meniscus zwischen den Gehörknorpeln und stellt die sogenannte Zwischenscheibe vor, wie sie HENKE und REYHER (75) an den Extremitätenknochen beschrieben haben.

Seine Begrenzung findet das Gebilde durch die Spindelzellen des Perichondrium von Hammer und Ambos, nach unten verliert es sich im indifferenten Gewebe, das die Paukenhöhle ausfüllt. Es reicht herab bis zum Hammerhals.

Zwischen langem Ambosschenkel und Annulus stapedialis findet sich keine Zwischenscheibe, ein Umstand, der darin seine Erklärung findet, dass Ambos und Steigbügel ursprünglich von einander getrennt sind und ihre Verbindung oder Berührung erst durch das Hervorwachsen des langen Ambosschenkels hergestellt wird.

Der gesammte REICHERT'sche Knorpel hat jungknorplige Structur. Zwischen dem proximalen Ende des Bogens und der Labyrinthwand, an der äusseren Seite des Facialis hat sich unterdessen eine Zellanhäufung verdichtet (* Fig. 4, 5, 6), die ihren Ursprung entweder am Primordialcranium oder im indifferenten Gewebe der Paukenhöhle nimmt, doch aber wohl auch Reste des proximalen Blastems des zweiten Kiemenbogens enthält, die ich, weil sie zwischen Primordialschädel und REICHERT'schen Knorpel eingeschaltet ist, Schaltstück oder Intercalare nennen will. Ob sie bei den übrigen Wirbelthierclassen ein Homologon besitzt, dies zu untersuchen, behalte ich mir für einen andern Zeitpunkt vor; ich glaube, dass mit der Bezeichnung Intercalare am wenigsten etwas vorweggenommen ist.

Die Cavitas tympani ist bis auf ihren Boden ausgefüllt von indifferentem Gewebe, das gegenüber den vorigen Stadien zellärmer geworden ist und mehr Schleimgewebsstructur angenommen hat. In ihm sind eingebettet der Musculus tensor tympani, der Musculus stapedius und die Chorda tympani, welche unterhalb der Zwischenscheibe zwischen langem Ambosschenkel und Hammerhals verläuft. Die Tube ist ein schmaler Canal, der äussere Gehörgang hat kein Lumen.

Der Annulus tympanicus ist in seinem unteren und vorderen Theil bindegewebig angelegt. Im vorderen Trommelfellsegment ziehen Zellreihen vom Annulus tympanicus zum oberen Ende des Manubrium, dem späteren kurzen Hammerfortsatz. Weiteres lässt sich vom Trommelfell noch nicht sagen.

Kaninchen-Embryo von 20 Tagen.

In den 72 Stunden, vom 17. auf den 20. Tag, hat der Embryo weitere Fortschritte gemacht, wenn sie auch nicht so tiefeingreifender Natur sind als die von den vorhergehenden Tagen. Zunächst sei erwähnt, dass die Schnecke ihre Windungen weiter ausgebildet hat.

Das Knorpelgebilde der Labyrinthkapsel ist nunmehr überall als reifer Knorpel zu bezeichnen. Der MECKEL'sche Knorpel geht in einem nach oben convexen Bogen in den Hammerkopf über. Der Hammer selbst besteht ebenso wie der MECKEL'sche Fortsatz aus reifem Knorpel. Der Hammerkopf hat bedeutend an Volumen zugenommen, ebenso der langgestreckte Hammerhals. Der Processus brevis mallei ist nun jungknorplig formirt. An ihm stossen von allen Seiten (das obere Kreissegment ausgenommen) die Zellreihen der Membrana propria tympani zusammen. Während der Hammerkörper eine verticale Stellung hat, verläuft der Handgriff in einer nahezu horizontalen, nach vorn und innen gerichteten Linie. Der Handgriff hat eine jüngere Knorpelstructur als der Kopf und Hals.

Der Ambos besteht aus demselben Knorpelgewebe wie der Hammer. Sein langer Schenkel trägt an seinem Ende ein bedeutend unentwickelteres Knorpelgebilde, das Linsenbein. Der kurze Fortsatz, nunmehr vollständig knorplig, senkt sich tief ein in eine Nische der Labyrinthwand dicht am äusseren Bogengang; er wird mit dem Knorpel der Labyrinthkapsel durch ein straffes, kronenförmig von allen Seiten sich an ihm befestigendes Band verbunden.

Hammer und Ambos bilden eine, wenn auch noch einfach gestaltete Gelenkfacette. Die Zwischenscheibe ist fast ganz geschwunden. Die beim 17 tägigen Kaninchen 4—5—6 fache Zelllage derselben ist auf eine einfache Zellreihe geschrumpft. Ihre Zellen nehmen zwar den Farbstoff leichter auf, sie liegen aber nicht mehr so dicht einander an wie früher.

Am Steigbügel imponirt die massige Basis, welche aus der allmählichen Abplattung der medialen Ringfläche entstanden ist (Fig. 6). Die Schenkel sind ziemlich schlanke, aber auch kurze Gebilde. Der gesammte Steigbügel ist knorplig. Die Arteria stapedialis ist verschwunden. Das vorknorplige Gewebe, das beim 17 tägigen Embryo

noch an der Stelle des ovalen Fensters als vestibulärer Ueberzug des Steigbügelrings zu sehen war, ist ebenfalls geschwunden bezw. auf eine dünne bindegewebige (perichondrale) Lamelle reducirt, die wir am besten als Fortsetzung des inneren Vorhofsperichondriums auffassen. Rings um die Steigbügelbasis ist noch ein grosser Bezirk der Labyrinthwand bindegewebig geworden, also aus dem Vorknorpel in Bindegewebe übergegangen, das Ligamentum annulare baseos stapedis (Fig. 6. Lig. an). Der REICHERT'sche Knorpel ist mit der knorpligen Bogengangskapsel continuirlich verbunden.

Das oben beschriebene Schaltstück oder Intercalare ist nämlich mit beiden Theilen verschmolzen und knorplig geworden (Fig. 6 *), wenn es auch allerdings eine etwas andere Gewebsstructur besitzt. Der Knorpel ist nämlich etwas zellreicher als derjenige des Labyrinths, die Kerne haben öfters Spindelform. Die regelmässige Schichtung der Zellen des Labyrinthknorpels an dem Uebergang zum Schaltstück lässt eine gewisse Trennung noch annehmen, der Uebergang in den REICHERT-schen Knorpel dagegen geht unbemerkt vor sich, wenn auch allerdings auf horizontalen Schnitten die plötzliche Abbiegung des REICHERT-schen Knorpels, der an seinem proximalen Theil sich unter einem senkrechten Winkel mit dem Intercalare verbindet, sich bemerkbar macht.

Eine besondere Beachtung verdient nun noch der Annulus tympanicus und das Trommelfell. Das Trommelfell, welches noch im 17tägigen Kaninchen eine nahezu horizontale Lagerung hat und eine breite Masse von jugendlichem Bindegewebe darstellt, das zwischen dem Epithel des äusseren Gehörgangs und dem Epithel des Canalis tubo-tympanicus gelagert ist, hat sich etwas aufgerichtet und ist zu einer schmäleren Lamelle geworden. Es beruht dies vor Allem auf einer Schrumpfung des auf der Innenfläche des Trommelfells früher stärker vertretenen Schleimgewebes, so dass der Hammergriff auf seiner Innenfläche nur noch wenig Bindegewebe trägt und dies eigentlich nur in seinen oberen Theilen am Ansatz des Musculus tensor tympani. Im Uebrigen füllt das Gallertgewebe die Paukenhöhle bis auf den Boden, wo bereits ein Lumen vorhanden, aus.

Vom Annulus tympanicus ist der ganze untere und vordere aufsteigende Ast in Form einer Leiste formirt. Das Innere dieser Leiste enthält eine Zellgruppirung, die auf die beginnende Verknöcherung hindeutet.

Das Verhältniss der vom Annulus tympanicus als ein nicht verknöchernder Theil seines Deckknochengewebes ausgehenden Membrana propria des Trommelfelles zum Hammerhandgriff lässt sich noch nicht mit Sicherheit bestimmen. Die eigentliche Membrana propria des Trommelfells hat wohl nicht mehr als eine doppelte Lage spindelförmiger Zellen auf ihrem Querschnitt; alles Andere, was in der Substanz des embryonalen Trommelfells liegt, ist entweder auf der Innen-

seite submucöse Schicht oder auf der Aussenseite subcutanes Bindegewebe. Da ich bei der Beschreibung menschlicher Embryonen das Verhältniss zwischen Membrana propria und Manubrium, das bekanntlich bis zum heutigen Tage noch nicht klar ist, nach meinen Befunden näher schildern werde, so möchte ich hier, wo die Entwicklung noch relativ undeutlich ist, darauf verzichten.

Der obere Theil des Annulus tympanicus ist von der bindegewebigen Anlage des Schläfenbeins nicht zu trennen. Im oberen Segment des Trommelfells fehlt die Membrana propria und darüber auch die bindegewebige Anlage des Annulus tympanicus. So entsteht ein grosser Raum zwischen Hammerhals einerseits und dem Epithel des äusseren Gehörgangs andererseits, der von embryonalem Binde- oder Schleimgewebe ausgefüllt wird, das mit dem der Paukenhöhle continuirlich zusammenhängt. Diese Stelle entspricht der späteren Membrana flaccida Shrapnelli bezw. der Incisura Rivini. Von einer freien Communication zwischen Gehörgang und Paukenhöhle ist nicht die Spur vorhanden; ein Foramen Rivini existirt also nicht. Im embryonalen Bindegewebe liegen die Mm. stapedius und tensor tympani; eine Eminentia pyramidalis ist nicht zu sehen. Der Facialis liegt in einer Furche des Felsenbeins, an der Oberfläche vollständig ohne knöcherne oder knorplige Umhüllung.

Zum Vergleich mit den am Kaninchen und Meerschweinchen gewonnenen Resultaten wurde eine Reihe von Schafembryonen untersucht, allerdings vorgeschrittene Stadien von 35, 50, 60, 76 und 82 mm Scheitel-Steisslänge. Die Schnitte wurden theils in frontaler, theils in sagittaler, theils in horizontaler Richtung angelegt.

Schaf-Embryo von 35 mm Scheitel-Steisslänge.

Derselbe entspricht ungefähr dem Entwicklungszustand des 17tägigen Kaninchens. Ich will mich mit der Beschreibung der Einzelheiten nur kurz befassen.

Die Capsula periotica besteht aus jugendlichem Knorpel, einige Stellen zeigen noch etwas unreife Structur. Der Hammerkopf ist ein schlankes Gebilde, nicht viel dicker als der langgedehnte Hammerhals. Der Processus brevis ist bereits formirt. Der Hammerhandgriff geht unter einem rechten Winkel direct vom Hammerhals nach innen und vorn. Er besteht aus vorknorpliger Substanz.

Vom Processus longus sive Folianus ist noch nichts zu sehen. Der Ambos besteht in seiner gesammten Masse aus Jungknorpel, ausgenommen die vorknorplige Apophysis lenticularis. Der Steigbügel ist

ebenfalls jungknorplig; die Schenkel haben eine bedeutende Dicke, keine Arteria stapedialis.

Hammer und Ambos formiren ein Gelenk. Zwischen beiden liegt die bereits beim 17 Tage alten Kaninchen beschriebene Zwischenscheibe, wenn sie auch nicht so deutlich ausgedrückt ist.

Was die stapedio-vestibulare Verbindung anlangt, so ist zunächst hervorzuheben, dass die Nische des ovalen Fensters beim Schafe eine viel tiefere ist als bei den Nagern. Die Tiefe der Nische wird bedingt 1. durch stärkere Prominenz der angrenzenden Knorpelpartien und 2. durch eine starke Einbuchtung des Gewebes an der Stelle des ovalen Fensters.

Der Annulus stapedialis des Schafes hat nämlich, als besondere Eigenthümlichkeit dieser Thierspecies, in diesem Stadium noch keine mediane Abplattung, wie sie beim Kaninchen und Meerschweinchen zu finden ist. An der Stelle des ovalen Fensters befindet sich noch eine breite Schicht eines Gewebes, welches die Mitte zwischen Vorknorpel und Jungknorpel hält. Als Vorknorpel kann es in Anbetracht seiner reichlichen Intercellularsubstanz nicht mehr bezeichnet werden, als Jungknorpel hat es noch zu regelmässige Zell- und Kernformen und fehlt ihm auch der charakteristische Glanz der Intercellularsubstanz. Es geht allmählich und nach allen Seiten hin in den Jungknorpel der übrigen Vestibularkapsel über.

Jugendlicher als die Gewebsplatte im ovalen Fenster ist die Substanz, welche in der Fenestra rotunda liegt. Sie ist noch richtiger Vorknorpel, grosse, rundliche Zellen mit ovalen Kernen.

Vom Musculus stapedius sind erst Spuren vorhanden, der Tensor tympani ist bereits gebildet.

Die Verbindung zwischen dem oberen Ende des REICHERT'schen Knorpels und der Bogengangskapsel wird durch ein vorknorpliges Gewebe gebildet: das Intercalare. Dasselbe ist von beiden Theilen noch durch eine Grenzlinie geschieden.

Das Bindegewebe der Paukenhöhle ist noch sehr reichlich. Der Nervus facialis verläuft in demselben nach aussen und hinten vom Annulus stapedialis ohne jede andere Umhüllung als eine dünne Bindegewebsschicht.

Die Membrana propria des Trommelfells ist wenig entwickelt, sie steigt nicht höher als bis zum Processus brevis mallei, der obere Theil derselben muss sich also noch formiren; so ist der PRUSSAK'sche Raum bezw. SHRAPNELL'sche Membran beim Schafe besonders gross. Die Dicke des Trommelfells an der dünnsten Stelle beträgt 135—155 μ. Die Tuba Eustachii, ein schmaler Canal ohne knorplige Wandung, erweitert sich trichterförmig nach dem Pharynx zu.

Schaf-Embryo von 50 mm Scheitel-Steisslänge.

Hammer und Ambos zeigen keine Veränderung. Die Zwischenscheibe ist auf eine schmale Zone reducirt, weiter nach unten in der Mitte des Hammerhalses geschwunden.

Annulus stapedialis in das ovale Fenster tief eingetreten, vestibulare Fläche etwas abgeplattet. Das Gewebe im ovalen Fenster ist zu einer schmalen, bindegewebigen Platte verdichtet. Nervus facialis liegt in einer dichten bindegewebigen Hülle, von der aus der fächerförmige Musculus stapedius seinen Ursprung nimmt.

Das Intercalare ist mit dem REICHERT'schen Knorpel vollständig, mit dem Labyrinthknorpel nahezu, bis auf eine Stelle an der Vorderfläche, verwachsen.

Am Annulus tympanicus, Trommelfell, Membrana flaccida Shrapnelli bezw. PRUSSAK'schen Raum keine Veränderung; Canalis tubotympanicus etwas weiter geworden. Der äussere Gehörgang hat ein Lumen bis zum Trommelfell. Das Trommelfell verläuft in einem Winkel von ca. 45° zur Horizontalen. Erste Spur von Knochenbildung im Os squamosum.

Schaf-Embryo von 60 mm Scheitel-Steisslänge.

Zwischenscheibe zwischen dem unveränderten Hammer und Ambos noch schmäler geworden. Aus dem mediangelegenen Theil derselben hat sich das innere Kapselband des Hammer-Ambosgelenks formirt. An der inneren Fläche des Hammerhalses ist der Processus muscularis pro tensore tympani hervorgesprossen.

Vom langen Fortsatz des Hammers zeigen sich Spuren in Form eines bindegewebigen Streifens, der unter dem MECKEL'schen Knorpel gelegen mit dem Bindegewebe des Annulus tympanicus zusammenhängt; im Proc. Folianus sind bereits Andeutungen von Ossification.

Der Steigbügelring hat jetzt eine Basalplatte in Folge der schon im vorigen Stadium begonnenen Abplattung seiner Vorhofsfläche. Die vorknorplig-jungknorplige Lamelle im ovalen Fenster des 35 mm langen Embryo, die beim 50 mm langen bereits bindegewebig geworden war, ist ganz geschwunden. An der Peripherie des Stapes ist das Kapselband gebildet. REICHERT'scher Knorpel, Intercalare und Labyrinthwand bilden ein continuirliches Ganze.

Von der Membrana propria des Trommelfells sind Zellreihen erkennbar, die um das Manubrium medianwärts herumgehen. Ob auf

der lateralen Fläche Faser- bezw. Zellzüge liegen, ist kaum zu erkennen.

Die Paukenhöhle ist vom Tegmen tympani ab, das zum Theil bindegewebig, zum Theil knorplig ist, bis herunter zum Manubrium mallei bezw. über den Stapes herunter ausgefüllt von Schleimgewebe, das eine cubische Epitheldecke trägt. Die Schneckenkapsel hat auf ihrer unteren Fläche entlang dem Tubencanal ebenfalls diesen Schleimgewebsbelag. Die innere Trommelfellfläche ist vom Manubrium ab frei davon.

Schaf-Embryonen von 76 und 82 mm Scheitel-Steisslänge.

Zwei nahezu gleiche Entwicklungsstadien, daher hier zusammengefasst.

Das Manubrium mallei verläuft nicht mehr in der nahezu horizontalen Richtung der früheren Stadien, sondern hat sich aufgestellt. Sehr kräftig ausgebildet ist der Processus muscularis mallei. Beide Gehörknöchelchen sind noch knorplig. Das Gelenk zwischen Hammer und Ambos ist eine schmale Spalte, die Zwischenscheibe geschwunden. Die Gelenkbänder sind gut entwickelt. Der Steigbügel hat vollendetere Form bekommen, indem seine Schenkel schlanker geworden sind.

Im Annulus tympanicus und dem mit ihm bindegewebig vereinten Processus Folianus mallei hat die Verknöcherung Fortschritte gemacht.

An den Schafembryonen dieser Grösse wird die Art der Hammergriffinsertion am Trommelfell deutlich. Wie ich weiter unten zeigen werde, herrscht über diesen Punkt noch vollständige Unklarheit in der Literatur und zwar aus dem einfachen Grunde, weil fast ausschliesslich die Frage am Erwachsenen zu lösen versucht wurde.

Ich glaube nun, dass es mir gelungen ist, dieses Verhältniss aufzuklären.

Von dem Schafembryo von 82 mm stellte ich eine Serie von Schnitten her, die genau senkrecht auf die Längsaxe des Manubrium mallei gerichtet waren, um die Zellreihen der Membrana propria in ihrem Verlaufe am Hammergriff verfolgen zu können. Der Cardinalpunkt, um den es sich hier handelt, ist die Frage, was rechnen wir noch zum Hammergriff, was zur Membrana propria des Trommelfells? In diesem Punkte schliesse ich mich den Ausführungen RÜDINGER's (76) an, der constatirte, dass das Manubrium an seiner Paukenhöhlen- und Trommelfellfläche von einem Gewebslager bekleidet werde (l. c. S. 6), „welches sich gegen seine Umgebung ziemlich scharf absetzt und in vieler Hinsicht an Faserknorpel erinnert.“

RÜDINGER (76) schreibt ferner: „Dass die radiären Fasern auch die mediale Seite des Hammers umkreisen, hat schon GRUBER angegeben. Man kann demnach nicht sagen, dass die Fasern der Tunica propria des Trommelfells auseinander treten und den Hammer zwischen sich fassen, sondern man muss für das untere Ende des Hammergriffs die Vereinigung der radiären Fasern mit einer Gewebslage, welche an Faserknorpel erinnert, am vorderen und hinteren Rande des Griffes und den Zusammenfluss mit einer starken, kernigen Faserlage, die ihn umkreist, als eine zunächst auffallende Anordnung hervorheben." Wie wir des Weiteren aus RÜDINGER's Arbeit ersehen, ist er zu einer bestimmten Anschauung über die Hammergriff-Trommelfellverbindung nicht gelangt, ebensowenig wie seine Vorgänger und Nachfolger auf diesem Gebiete.

Indem ich mir vorbehalte, auf deren Ansichten späterhin noch zurückzukommen, will ich nur jetzt schon bemerken, dass der Grund hiefür einzig und allein, meines Erachtens, in dem Mangel geeigneten embryologischen Materials besteht, da diese Frage an älteren menschlichen Embryonen der zweiten Schwangerschaftshälfte und an Neugeborenen oder gar Erwachsenen nicht gelöst werden kann. Das richtige Material liefern die menschlichen und thierischen Embryonen in den mittleren Entwicklungsstadien, wo einerseits die Membrana propria genügend aus dem Bindegewebe des übrigen Trommelfells differenzirt ist und andererseits ihre Verbindungen mit dem Hammergriff noch nicht zu sehr complicirt sind in Folge von Verfilzungen mit den perichondralen Schichten desselben. Ausserdem ist es nöthig, Serienschnitte, die in senkrechter Richtung auf die Längsachse des Griffs gehen, anzulegen. Frontalschnitte unterstützen zwar das Verständniss, sind aber ohne die erstgenannte Schnittrichtung von keinem Werth.

Doch kehren wir nach diesem Excurs zu unseren Befunden zurück.

Auf Querschnitten durch das untere Ende des Manubrium (Fig. 10) zeigt sich, dass der Knorpel des Manubrium von einer breiten Schicht jugendlicher Bindegewebszellen umgeben ist, die in gleichmässiger Art circulär um ihn angeordnet sind. Diese Zellen unterscheiden sich in ihrer Spindelform weder von den perichondralen Zellen anderer Knorpelgebilde, noch von den Zellen der Membrana propria tympani. Diese ganze Schicht, die den Griff circulär umgiebt, fasse ich als Perichondrium auf, d. h. als zum Hammer gehörig; ihren Ursprung führt sie also auf das Kiemenbogenskelett zurück.

Die Zellreihen der Membrana propria theilen sich nun, ehe sie an das Manubrium herantreten, in zwei gleichstarke Züge (Fig. 10. l und m). Der Zug l läuft dicht unter dem Epithel des äusseren Gehörgangs, durch eine leichte Schicht Cutisgewebe getrennt, heran an den Hammergriff, wo er plötzlich aufhört. Von einer Verfilzung des Zuges l mit den circulären Zellzügen ist nichts zu sehen.

Der andere Theil der Membrana propria (Fig. 10. m) zieht nach der inneren Seite des Hammergriffs.

Ein Theil seiner Zellreihen hört ebenfalls auf und inserirt sich am Perichondrium, der übrige jedoch zieht um den Griff herum nach der anderen Seite und zwar in einer 2—3fachen Lage. — Die circulären und radiären Fasern der Membrana propria lassen sich auf diesen Querschnitten nicht unterscheiden; ich spreche deshalb hier nur von der Membrana propria als einem Ganzen.

Auf Schnitten, die durch die Mitte des Manubriums gehen, ist das Verhältniss so, dass der Hammergriff von vorn nach hinten abgeplattet erscheint (Fig. 11. Man.). Sein grösster Durchmesser verläuft senkrecht zur Trommelfellebene. Die perichondrale Zelllage ist besonders stark auf seiner medianen und lateralen Fläche, schwächer auf der vorderen und hinteren Seite. Ihre äussere Fläche wird von dem Epithel des äusseren Gehörgangs durch einen breiten Streifen subcutanen Bindegewebes getrennt (Fig. 11. cut.). Die Hammergriff-Trommelfellverbindung ist im Uebrigen dieselbe. Nach innen von der medialen Zellreihe (Fig. 11. m) liegt eine dünne Schicht Schleimgewebe, das unter dem Plattenepithel der Paukenhöhle aus dem oberen bindegewebserfüllten Paukenhöhlenraum herabsteigt.

Noch weiter nach oben verdickt sich der laterale Theil des Griffüberzugs in bedeutendem Maasse und stellt eine breite Platte dar, die dem Knorpel des Manubrium aufliegt. Auf dicken Schnitten scheinen die Zellreihen der Membrana propria in der That lateral vorbei zu gehen. Untersucht man jedoch dünne Schnitte bei starker Vergrösserung, so wird es deutlich, dass alle lateral vom Hammerknorpel gelegenen Zellen der oben beschriebenen perichondralen Schicht zugehören, dass die Zellzüge der Membrana propria zum grossen Theil in breiter Ausdehnung blind am Griff endigen und dass nur eine zweischichtige Zellreihe medianwärts den Griff umzieht.

Je höher wir in der Schnittreihe am Griff heraufsteigen, desto mehr verschwindet das in den Fig. 10 und 11 zwischen den auseinandertretenden Zellreihen l und m gezeichnete Bindegewebsdreieck, weil eben die Hauptmasse der Membrana propria am Griff blind endet.

Ein Querschnitt dicht unter dem kurzen Fortsatz (Fig. 12) zeigt uns, dass beim Schaf in dieser Höhe nur noch ein Theil des Trommelfells Fasern der Membrana propria besitzt. Es ist dies einerseits die Gegend um den Griff, und zwar handelt es sich hier um die aufsteigenden Radiärfasern, andererseits die nächste Umgebung des hier bindegewebigen Annulus tympanicus. Doch dürften wohl diese letzteren Faserzüge dem späteren Sehnenring, Annulus fibrosus, angehören. Die aufsteigenden Radiärfasern gehen in dieser Höhe beim Schaf sicherlich nicht mehr um die innere Fläche des Griffs herum, sondern inseriren direct auf seiner vorderen und hinteren lateralen Fläche, vielleicht

gehen sie sogar lateral vorbei, jedenfalls sind sie hier so innig mit dem Perichondrium verfilzt, dass ich den Thatsachen Gewalt anthun müsste, wollte ich mich für die eine oder andere Zugrichtung bestimmt entscheiden. Weiter oben am kurzen Fortsatz befestigen sie sich sicherlich auf dessen lateraler Fläche.

Dies wären in Kurzem die Beziehungen zwischen Hammergriff und Trommelfell bei Schafembryonen von 76 und 82 mm Sch.-St.-L.

Beim erwachsenen Schaf, von dem ich mehrere Ohren untersuchte, lässt sich die Frage nicht entscheiden. Die laterale perichondrale Schicht des Hammergriffs verknöchert in ausgedehntem Maasse (übrigens wohl auch ein Beweis, dass wir sie dem Hammer und nicht dem Trommelfell zuzählen müssen) und ausserdem ist die Membrana propria des Schafes von einer solchen Feinheit, dass die Art der Verbindung hier nicht erkannt werden kann.

Mehr lässt sich aber davon beim 1 Tage alten Meerschweinchen sagen.

Auf Querschnitten durch das Manubrium mit dem Trommelfell (Fig. 13, 14 und 15) wird es recht deutlich, dass die Fasern der Membrana propria (ob circulär oder radiär kann ich nicht entscheiden) innen um das Manubrium herumziehen. Das Manubrium zeigt auf Querschnitten das Bild eines Sporen, dessen Stachel tympanalwärts und dessen Concavität nach dem äusseren Gehörgang gerichtet ist. Auf der Gehörgangsfläche des Manubrium ist ausser dem dünnen Periost nur noch das subcutane Zellgewebe und das Epithel des äusseren Gehörgangs sichtbar, während an der Paukenhöhlenfläche über dem Periost noch eine allerdings recht dünne Lage der Membrana propria vorbeizieht (Fig. 14). Besonders deutlich wird dies auf Fig. 15, einer 100fachen Vergrösserung der Stelle, wo die Membrana propria an den Hammergriff herantritt und sich ausschliesslich der tympanalen Fläche zuwendet. Es liegt also hier das Manubrium nach aussen von der Membrana propria des Trommelfells.

Menschliche Embryonen.

Embryo von 43 mm Sch.-St.-L.

Färbung mit Alauncarmin in toto. Paraffineinbettung. Horizontale Schnittserie durch den ganzen Kopf.

Die Schnittserie beginnt in der Mitte des Mundbodens und geht durch die Fovea supraglottica. Die Schilderung der anatomischen Verhältnisse dieser Gegend übergehe ich, weil sie meinem Thema fern liegen; es sei nur erwähnt, dass bereits im Unterkiefer die Verknöcherung begonnen hat. Der MECKEL'sche Knorpel wird nach aussen von

der knöchernen Spange des Unterkiefers bedeckt. Ungefähr 40 Schnitte höher (die Schnitte haben eine Dicke von 25—30 μ), also etwas über 1 mm nach oben von dieser Gegend, treffen wir auf den Annulus tympanicus und die Gegend der tympanalen Tubenmündung.

Im Annulus tympanicus noch keine Spur von Ossification. Die Richtung seiner Spindelzellreihen geht parallel zur lateralen Schleimhautfläche der Paukenhöhle. Letztere hat an ihrem Boden eine ziemlich weite Lichtung.

Allmählich tritt in der Mitte des Annulus tympanicus, der eine von aussen und innen zusammengedrückte Spange darstellt, eine Epithelreihe auf, die der medialen Zellreihe des Annulus parallel läuft. Es ist der innerste, unterste Winkel des Meatus auditorius externus.

Zwischen dem Plattenepithel des lichtungslosen äusseren Gehörgangs und dem kubischen Epithel der Paukenhöhlenschleimhaut können wir 3 Schichten unterscheiden, 1. das subcutane Zellgewebe des Meatus auditorius externus, 2. die Zellreihen des Annulus tympanicus bezw. der Membrana propria des Trommelfells und 3. das submucöse Schleimgewebe der Paukenhöhle.

Etwas weiter nach oben macht die Zellreihe des Trommelfells eine Vorbuchtung nach innen: wir nähern uns dem unteren Hammergriffende.

Der Uebergang vom Annulus tympanicus in die Membrana propria hat ohne Aenderung der histologischen Charaktere stattgefunden.

Die zwischen den beiden Epithellagern situirte Zelllage hat an Masse bedeutend zugenommen und zwar auf Kosten des submucösen und subcutanen Bindegewebes, das stark geschwunden ist. Die Dicke des Trommelfells lässt sich der zu seiner Achse schrägen Richtung wegen nicht bestimmen. Das Epithel des Gehörgangs macht die oben erwähnte, medianwärts gerichtete Ausbiegung nicht mit; die Verdickung des Trommelfells findet also statt durch Hinzutritt eines in seiner Mitte gelegenen Gebildes, des unteren Griffendes.

In Folge der schräg zur Trommelfellebene gerichteten Schnittführung werden nun die Verbindungsverhältnisse von Griff und Trommelfell an diesem Embryo nicht recht deutlich und sollen an einem etwas ausgebildeteren Foetus später geschildert werden.

Es sei hier nur erwähnt, dass die laterale perichondrale Schicht des Hammergriffs eine bedeutende Mächtigkeit erreicht und dass ein Theil der Membrana propria sicherlich an der inneren Fläche des Griffs vorbeizieht. Am kurzen Fortsatz, der hier bereits gut ausgebildet ist, befestigt sich dann die Membrana propria an der lateralen Fläche.

Der Hammerkopf, welcher continuirlich in den MECKEL'schen Knorpel übergeht, überragt an Höhe den ihm anliegenden Kopf des Amboses.

Unter dem MECKEL'schen Knorpel liegt ein dünnes Knochenstäb-

chen, der Processus Folianus s. longus mallei; dasselbe steht mit dem in dieser Höhe bindegewebigen Annulus tympanicus in Zusammenhang, so dass der MECKEL'sche Knorpel auf einer bindegewebigen Unterlage aufruht.

Der Ambos, welcher ebenso wie der Hammer aus jungem Knorpel besteht, trägt am unteren Ende seines langen Schenkels den Linsenfortsatz, der sich an den Annulus stapedialis anlegt.

Hammer und Ambos werden durch ein einfaches Gelenk von einander getrennt.

Der Annulus stapedialis buchtet sich mit seiner vestibularen Fläche in das ovale Fenster ein. Dieses wird ausgefüllt von einem Gewebe, das ich als vorknorplig bezeichnen muss und das continuirlich und allmählich in den Knorpel der übrigen Vestibularwand übergeht. Eine Arteria stapedialis ist nicht vorhanden.

Der REICHERT'sche Knorpel ist an seinem proximalen Ende mit der anstossenden Bogengangskapsel durch Bindegewebe verbunden, es besteht also kein continuirlicher Uebergang.

In der Fenestra rotunda liegt ein ähnliches Gewebe wie in der Fenestra ovalis, doch ist seine bindegewebige Structur durch Einlagerung zahlreicher Spindelzellen deutlicher.

Musculus tensor tympani und Musculus stapedius sind entwickelt; eine Eminentia pyramidalis fehlt noch. Im Os squamosum hat die Verknöcherung bereits begonnen. — Ueber die Ausbildung der Bandverbindungen der Gehörknöchelchen gedenke ich bei einer späteren Gelegenheit zu sprechen.

Embryo von 53 mm Scheitel-Steisslänge.

Die Richtung der Schnitte ist annähernd frontal, ein wenig von vorn oben nach hinten unten geneigt, so dass MECKEL'scher und REICHERT'scher Knorpel senkrecht getroffen werden.

Der MECKEL'sche Knorpel übertrifft den REICHERT'schen um das Dreifache an Dicke; er ruht auf einem Polster von dichtem Bindegewebe (Deckknochen). Dieses Polster (Fig. 16) hat zwei wohl zu differenzirende Lager. Das erste ist quer getroffen, verläuft also horizontal entlang dem MECKEL'schen Knorpel und umgiebt ihn im unteren und äusseren Theil seiner Peripherie, das zweite untere Lager ist schräg getroffen, verläuft von innen nach aussen und ist als zum Deckknochengewebe des Annulus tympanicus gehörig zu betrachten. Nur die untere und vordere Leiste des Annulus tympanicus ist in diesem Stadium ossificirt. Ebenso ist der Processus Folianus knöchern und mit dem Knorpel des Hammerhalses durch Bindegewebe verbunden. Seine Lage auf der inneren unteren Fläche des MECKEL'schen Knorpels wird aus

Fig. 16 deutlich; zugleich auch sein inniger Connex mit dem Deckknochengebilde des Annulus tympanicus bezw. der Membrana propria des Trommelfells.

Das Verhältniss des Hammergriffs zum Trommelfell soll bei einem entwickelteren Stadium besprochen werden.

Das Knorpelgewebe des Annulus stapedialis, welches im vorigen Embryo noch einen recht jugendlichen Bau aufwies, ist unterdessen reifer geworden. In gleicher Weise ist die primäre Platte im ovalen Fenster in ihrer Structur reifer geworden; sie entspricht nicht mehr dem Gewebe, das ich als „Vorknorpel“ bezeichnet habe, sondern ist ein jugendliches Knorpelgebilde mit dichtstehenden runden Zellen, aber bereits hinreichend vieler Intercellularsubstanz, um als Knorpel angesehen werden zu können (Fig. 17. F. o.). Der Annulus stapedialis (Fig. 17. An. st.), welcher zwischen dem unteren Ambosende und der Knorpelplatte des ovalen Fensters eingeklemmt ist, treibt letztere in einem Bogen in den Vorhof hinein. Zwischen ihm und dieser primären Platte findet keine Spur von Verschmelzung statt. Dagegen hat bereits die Differenzirung der ovalen Knorpelplatte vom Labyrinthknorpel begonnen und zwar geschieht dies durch Hereinwuchern von Fasergewebe von der Paukenhöhlenfläche der Vorhofswand. Dieses Fasergewebe ist der Vorgänger des Ligamentum annulare bascos stapedis.

Der REICHERT'sche Knorpel ist mit seinem proximalen Ende mit dem Processus perioticus posterior (Gradenigo) vollständig verschmolzen und die Verschmelzungsstelle nirgends mehr sichtbar.

Das Cavum tympani wird zum grossen Theil von dem schon öfters erwähnten foetalen Gallertgewebe ausgefüllt, so dass nur ein schmaler Spalt zwischen Trommelfell und Labyrinthwand bleibt (Fig. 17. c. t.).

Das Dach der Paukenhöhle ist in seinem vorderen Bezirk noch ganz bindegewebiger Structur, die hintere Hälfte dagegen wird von dem Processus perioticus superior (Gradenigo) gebildet, der aus Knorpel besteht und zum Felsenbein gehört. Er reicht jedoch nicht bis zum Os squamosum (Fig. 16. O. s.), so dass auch hier das Dach der Paukenhöhle einen bindegewebserfüllten Spalt aufweist.

Der nächstgrösste menschliche Embryo, dessen Maasse ich kenne, hatte eine Scheitel-Steisslänge von 91 mm (Gesammtlänge 143 mm). Die Lücke zwischen diesem Stadium von 91 und dem von 53 mm wird aber ausgefüllt von einem Foetus, dessen Länge ich nicht bestimmen konnte, da er mir in mehreren Theilen zerschnitten übergeben wurde. Ich glaube seine Länge ungefähr auf 75—80 mm schätzen zu dürfen. Gerade dieser Foetus ergänzt den Gang der Untersuchung in vorzüglichem Maasse, indem nämlich die weitere Ausbildung der Stapedio-vestibular-Verbindung bezw. die Formation des Steigbügels aus dem Annulus stapedialis an ihm deutlich wird, während der 91 mm-Embryo

zu weit vorgeschritten ist. Ich beschränke mich deshalb nur auf die Schilderung dieses Punktes. Die jungknorplige Platte des ovalen Fensters, wie wir sie noch im vorigen Stadium sahen, ist auf eine schmale bindegewebige Lamelle reducirt. Das Knorpelgewebe an der vestibularen Seite des Annulus stapedialis ist noch in jugendlichem Zustande und trägt einen perichondralen Ueberzug.

Während also die primäre Platte im ovalen Fenster beim Kaninchen und Meerschweinchen aus dem vorknorpligen Stadium in Bindegewebe sich umwandelt, geschieht dies beim Menschen in der Weise, dass zunächst richtiger Jungknorpel gebildet wird. Diese Differenz zwischen beiden Säugethierklassen ist keine so grosse, wenn wir den Vorgang beim Schaf in Betracht ziehen (s. oben die Beschreibung der Schafembryonen), wo ein Gewebe gebildet wird, das gerade in der Mitte zwischen Vorknorpel und Jungknorpel steht.

Die nächstfolgenden Embryonen von 91 und 100 mm Sch.-St.-L. bieten ungefähr gleichmässige Entwicklungszustände.

Um den Leser nicht zu ermüden, will ich sie summarisch schildern.

Annulus tympanicus: Weitere Ausbildung der Verknöcherung.

Hammer: Schlankere Formation des Kopfes und Halses; stärkere Prominenz des kurzen Fortsatzes. Stehenbleiben der Entwicklung im MECKEL'schen Knorpel.

Ambos: Ebenfalls schlankere Formation des Kopfes und damit feinere Ausbildung des Hammer-Ambosgelenks. Stärkere winklige Abknickung des Linsenfortsatzes zur Achse des langen Schenkels.

Steigbügel und ovales Fenster: Die bindegewebige Lamelle im ovalen Fenster weiter verdünnt und als directe Fortsetzung des Perichondriums der inneren Vorhofsfläche erscheinend. Das Ligamentum annulare ausgebildet. Das Gewebe der Steigbügelschenkel ist reifer Knorpel, die Basis dagegen noch in jüngerem Zustande, Differenzen wie sie auch am angrenzenden Labyrinthknorpel vorhanden sind, wo die vestibularen Partien jugendlichere Structur besitzen als die auf der Paukenhöhlenfläche.

Diese Embryonen waren in frontale Schnittserien zerlegt, eine Richtung, die für das Studium der Hammergriff-Trommelfellbefestigung ungeeignet erscheint. Aufschluss über die Art dieser Verbindung gab ein Embryo desselben Stadiums (Maasse leider nicht mehr zu nehmen, da er mir zerschnitten übergeben wurde), den ich in horizontaler Richtung schnitt. Hier die Befunde:

In der Höhe des kurzen Fortsatzes verläuft die gesammte Schicht der Membrana propria tympani auf der lateralen Hammerfläche. Die Zellzüge vereinigen sich mit dem perichondralen Spitzenüberzug des kurzen Fortsatzes in einer Form, die man am besten mit einem Wirbel

oder einer Rosette vergleicht. Diese Rosette zeigt jedoch eine Lücke, indem von oben herab an der Stelle der späteren Membrana flaccida Shrapnelli keine Fasern herabsteigen.

Diese laterale Anordnung findet sich noch auf der ganzen unteren Fläche des kurzen Fortsatzes; nirgends sind Zellzüge auf der inneren Griffseite sichtbar. Gelangt jedoch die Schnittserie etwas unterhalb des Processus brevis, da, wo der Griff weit nach innen von der Trommelfellebene gelegen ist, so sieht man die Zellzüge in der in Fig. 18 angegebenen Weise den Griff umgeben. Bei x verändern dieselben ihre Richtung in doppeltem Sinne, erstens in Bezug auf die Trommelfellebene, indem sie einwärts ziehen und zweitens steigen sie nach abwärts, so dass die Spindelreihe im Querschnitt getroffen wird. Nachdem die Zellreihe der Membrana propria das Manubrium auf seiner tympanalen Fläche umwandert hat, geht sie auf das hintere Trommelfellsegment über und zwar verlaufen nun die beiden Zellreihen, die des vorderen und die des hinteren Segments, eine Strecke weit neben einander, durch einen Spalt laxen Bindegewebes, das zur Cutis des Gehörgangs gehört, getrennt. Der Hammergriff liegt also in einer Schleife der Membrana propria in ähnlicher Weise, wie der Darm vom Peritoneum umfasst wird. In dieser Gegend ist die perichondrale Faserschicht des Griffs von geringer Dicke.

Fig. 19 stellt einen Querschnitt, 0,75 mm unterhalb des in Fig. 18 abgebildeten, dar.

Der Hammergriff ist bedeutend schlanker und liegt nicht so weit nach innen von der Trommelfellebene. Dementsprechend ist auch die parallele Zellreihe, wie sie Fig. 18 bietet, hier bedeutend kürzer und die beiden Reihen berühren sich nahezu an der lateralen Seite des Griffs; es ist aber doch noch eine gewisse Distanz sichtbar. Diese Distanz wird in Fig. 20 wieder grösser, einem Schnitt 0,21 mm unter dem obigen. Hier tritt die Membrana propria des vorderen und hinteren Segments an der Aussenfläche des Griffs bedeutend auseinander. Der Zwischenraum wird ausgefüllt von der perichondralen Zellschicht des Manubrium, die ich als zu diesem und nicht zum Trommelfell gehörig betrachte, und welche bereits eine mächtige Lage darstellt. Verbindungen zwischen den Zellreihen der Membrana propria und der lateralen Hammerschicht an den Punkten a und b (s. Fig. 19, 20 und 21) konnte ich nicht nachweisen, so dass die Annahme, dass die laterale Zellreihe des Griffüberzugs zum Trommelfell gehöre, jeder Begründung entbehrt.

Fig. 21 ist ein Schnitt, 0,5 mm unter dem vorigen, nahe dem unteren Griffende. Hier fällt vor Allem die mächtige perichondrale Schicht des Manubrium auf, die als mehrfache Spindelzellenlage den Knorpel überall umgiebt. Aber auch hier keine Verbindung mit der Membrana propria an den Punkten a und b. Der Hammergriff wird

also hier nur zur Hälfte, nämlich auf seiner inneren Fläche, von der Membrana propria bedeckt. Seine ganze laterale Fläche liegt direct unter der Cutis.

Ziehen wir also das Facit aus diesen Befunden, so kommen wir zu der Schlussfolgerung, dass der gesammte Hammergriff genau genommen ausserhalb der Membrana propria des Trommelfells liegt und dass nur an seinem oberen Ende, d. h. am Processus brevis, Fasern sich an seiner lateralen Fläche befestigen. Da ausserdem oberhalb des Processus brevis ein Ausschnitt aus dem Kreise der Membrana-propria-Fasern besteht und auch der Annulus tympanicus eine Lücke aufweist, Membrana flaccida Shrapnelli und Incisura Rivini, so musste unwillkürlich sich der Gedanken an einen Connex zwischen beiden anatomischen Befunden aufdrängen. Ich legte mir nun die Sache so aus, dass zu der Zeit, wo das Manubrium aus dem Blastem des ersten Kiemenbogens nach innen, vorn und unten hervorwächst (Kaninchen vom 14. auf den 15. Tag), es die Anlage des Deckknochengewebes, das durch den Annulus tympanicus und die Membrana propria tympani repräsentirt wird, in ihrer vollen Entwicklung behindert, indem es sich von oben über die Anlage hinweglegt und nach aussen von ihr wächst. Der Annulus tympanicus weist deshalb in Form der Incisura Rivini und die Membrana tympani in Form der Membrana flaccida Shrapnelli eine Lücke auf.

Als ich auf Grund der histologischen Verhältnisse von Embryonen des Schafs und des Menschen zu diesem Schluss gekommen war, musste sich mir auch folgendes Raisonnement ergeben:

Ist diese Annahme von dem Heraustreten des Hammergriffs aus dem oberen Trommelhöhlenraum und damit sein hemmender Einfluss auf die Entwicklung des Deckknochengewebes des Annulus tympanicus richtig, so muss der Annulus tympanicus stets dann einen geschlossenen Ring darstellen, wenn

1. es Missbildungen giebt, bei denen in Folge frühzeitiger Entwicklungshemmung ein Hammergriff nicht vorhanden ist und

2. wenn in bestimmten Säugethiergeschleehtern ein Hammergriff nicht gebildet wird.

Was den ersten Punkt anbetrifft, so war das Ergebniss meiner Untersuchung ein recht dürftiges, als ich an der Hand der Lehrbücher über pathologische Anatomie des Ohres [LINCKE (78), SCHWARTZE (79) und STEINBRÜGGE (80)] die einschlägige Literatur nachschlug.

Zunächst kann ich mittheilen, dass auch nicht eine einzige Missbildung beschrieben ist, wo bei ausgebildetem Hammergriff der Annulus tympanicus einen geschlossenen Ring darstellte. Ich fand aber in der zahlreichen Literatur nur einen Fall, der einen genauen Befund bezüglich Hammer und Trommelfell enthält; es ist dies die Publication

von MEYER (81), deren Inhalt ich, soweit er für den vorliegenden Punkt in Betracht kommt, citire:

„Das Trommelfell ist vorhanden, aber rudimentär. Als vollkommen plan von oben und aussen nach unten und innen verlaufende, dicke und wenig durchsichtige Membran schliesst es den äusseren Gehörgang von der Paukenhöhle ab. Seine grösste Ausdehnung beträgt 5 mm, seine Neigung etwa 40°. Es ist deutlich in einem ganz seichten Knochenfalz oben wie unten eingelassen und von beiden Seiten von Schleimhaut überzogen. Wie beim äusseren Gehörgang sind auch die Dimensionen der Paukenhöhle mehr oder wenig verändert, theilweise, besonders in dem oberen Abschnitte, unter den normalen Maassen, doch ist die Trommelhöhle im Ganzen ziemlich geräumig. Zunächst springt der Mangel der drei Gehörknöchelchen an der gewöhnlichen Stelle in die Augen; die untere Hälfte der Höhle ist vollkommen leer. Dagegen erkennt man über der oberen Wand des äusseren Gehörgangs, in dem oberhalb derselben befindlichen Paukenhöhlenabschnitt, nach vorn gegen die Fissura Glaseri zu Rudimente der Gehörknöchelchen an einer Stelle der vorderen Wand durch eine schmale knöcherne Brücke fixirt, doch als Ganzes in geringem Grade mit der Pincette beweglich. Es scheinen Theile vom Hammer und Ambos zu sein, welche nicht weit genug nach unten und hinten vorgerückt, sondern an einer Stelle ihres zurückzulegenden Weges stehen geblieben sind. Das rudimentäre Trommelfell liegt dadurch mit seiner ganzen inneren Fläche nackt zu Tage.“

Der zweite Satz meiner Schlussfolgerung lautete:

Wenn es Säugethiere giebt, bei denen ein Hammergriff sich nicht entwickelt, so muss bei diesen der Annulus tympanicus geschlossen sein und das Trommelfell keine Membrana flaccida Shrapnelli besitzen. Auch in dieser Annahme fand ich mich nicht getäuscht.

HYRTL (82) schreibt (l. c. pag. 17): „Der Meatus auditorius externus ist bei den Ohrenrobben sehr enge, der Annulus tympanicus ein langes und schmales Oval, welches bei den ohrenlosen Geschlechtern um das 3—4fache vergrössert und oben nicht unterbrochen ist.“ Aus den beigegebenen Abbildungen sowohl bei HYRTL (82) als bei DORAN (83—84) (letzterer beschreibt allerdings nur die Gehörknöchelchen und nicht das Os tympanicum) wird klar, dass die ohrenlosen Robben in der That kein Manubrium bezw. nur eine kleine Prominenz an dessen Stelle besitzen. Eigene Erfahrungen stehen mir mangels Materials nicht zur Verfügung.

Ehe ich mich dem letzten Theil meiner Arbeit zuwende, nämlich der Vergleichung meiner Befunde mit denen einer Reihe früherer Untersuchungen, will ich noch ein Kapitel dem Studium der weiteren

Ausbildung des menschlichen Mittelohrs widmen. Hauptsächlich soll hier das Fortschreiten der Ossification berücksichtigt werden.

Da die Ausbildung der Bandverbindungen der Gehörknöchelchen und des Trommelfells erst im Laufe der allerletzten Foetalmonate und im extrauterinen Leben erfolgt, so ziehe ich es vor, diesen Punkt hier nicht zu berücksichtigen und ihn, wenn mir ein grösseres Material zur Verfügung stehen wird, später in toto zu erledigen.

Zur Untersuchung dienten mir 10 Gehörorgane menschlicher Embryonen vom 4., 5. und 6. Monat. (Entkalkung in 1 % Chromsäure-Salzsäuremischung, Celloidineinbettung, Schnittfärbung mit Boraxcarmin.)

Foetus vom Anfang des vierten Monats.
(Maasse nicht angegeben; war zerschnitten.)

Beginn der Ossification am Hammer, von dem Perichondrium an der medialen Fläche dicht über dem Hammerhals ausgehend. Dieselbe schreitet fort gegen das Innere zu und zwar nimmt sie den unteren Theil des Kopfes am Uebergang zum Hals ein, also dort, wo sich der Processus Folianus an den Hammer ansetzt.

Ambos. Ossification ebenfalls vom Perichondrium an der medialen Fläche gegenüber der JACOBSON'schen Furche ausgehend und zwar an der Stelle, wo der lange Schenkel nach unten abgeht.

Steigbügel noch vollkommen knorplig.

Felsenbein. Am stärksten ist die Ossification der Schneckenkapsel, übrigens nicht perichondralen Ursprungs. Von der Kapsel der Bogengänge ist noch ein grosser Theil knorplig, speciell die Gegend, wo der Processus styloideus sich ansetzt und jeweils die directe Umgebung der einzelnen Bogengänge; ferner die Peripherie des ovalen und des runden Fensters.

Der Processus styloideus ist mit der Bogengangskapsel (Intercalare!) continuirlich verbunden, doch ist die Stelle seiner Verbindung durch eine Schicht dicht angehäufter Knorpelzellen noch erkennbar. Keine Verknöcherung. — Knorplig ist auch das Tegmen tympani (Processus perioticus superior), bindegewebig der Boden der Paukenhöhle.

Foetus Anfang des fünften Monats
(ebenfalls zerschnitten, Maasse nicht angegeben).

Hammer. Die Hauptmasse des Kopfes ist knöchern. Die Verknöcherung ist von dem obengenannten Punkt an der inneren Seite des Hammerkopfs weiter nach oben gegangen und durchsetzt den Kopf quer zur äusseren Fläche hin, wo sie über dem Hals endet. Der Kopf

trägt also eine ihm schräg aufsitzende Knorpelkappe, die besonders hinten, oben, aussen gegen das Ambosgelenk zu am dicksten ist. Hals, kurzer Fortsatz und Handgriff sind knorplig.

Ambos. An diesem ist die Verknöcherung von der inneren Fläche des Vereinigungswinkels von langem und kurzem Schenkel am langen Schenkel heruntergegangen und hat bereits bis an die Umbiegungsstelle am Os lenticulare Platz gegriffen. Im Kopf ist sie noch nicht weit nach oben gegangen. Dieser bleibt also noch knorplig, ebenso wie der kurze Fortsatz und das Linsenbein. Der Steigbügel ist noch knorplig.

Felsenbein. Verknöcherung in der Peripherie des runden Fensters bis auf einen Theil des vorderen unteren Randes vorgeschritten. Knorplig sind derjenige Theil des Processus perioticus superior am Tegmen, welcher direct dem Os squamosum anliegt; die Umrandung des ovalen Fensters und das Gehäuse der oberen Schneckenwindung; an der Bogengangskapsel die Gegend des Ansatzes des Processus styloideus.

Die Paukenhöhle ist noch in demselben Maasse wie bei zwei Monate jüngeren Embryonen von dem bekannten Schleimgewebe erfüllt. Einzelne Stellen desselben enthalten dichtes, andere wieder laxes Bindegewebe (spätere Bänderbildung!).

Der Processus Folianus erstreckt sich nach vorn bis in die Glaserspalte; er ist durch straffes Bindegewebe mit dem stark an Dicke reducirten MECKEL'schen Knorpel, dem Annulus tympanicus und mit dem Hammerhals verbunden.

Foetus Mitte des fünften Monats.

Hammer. Fast der ganze Kopf ist knöchern; jedoch besteht noch die Knorpelkappe. Processus Folianus bindegewebig mit dem Hammer verbunden. Keine Veränderung an Ambos und Steigbügel; ebenso nicht am Felsenbein.

Foetus Ende des fünften Monats.

Horizontale Schnittserie. Die Entwicklung ist bedeutend vorgeschritten, daher will ich etwas länger bei der Beschreibung verweilen.

Hammer. Kopf vollständig ossificirt mit Ausnahme eines Knorpellagers, das die Berührungsfläche mit dem Ambos darstellt. Die Knorpelkappe des Kopfes ist also geschwunden; die Ossification ist auch nach unten gewandert und begreift den ganzen Hals in sich.

Handgriff und kurzer Fortsatz sind noch durchaus knorplig; letzterer zeigt sogar recht jugendliches Gewebe. Der MECKEL'sche

Jeden unverständlich, der nicht das Stadium des parallelen Verlaufs gekannt hat.

Fragen wir nun, wieso dieses Verhältniss sich ausbildet, so glaube ich, sind es zwei Momente, die den Anstoss geben. Das erste ist die fortschreitende Schrumpfung des früher laxen subcutanen Zellgewebes, das von dem bekannten Cutisstreifen aus zwischen die beiden parallelen Züge der Membrana propria eindringt (Fig. 18 Cut.). Das zweite und wichtigere Moment jedoch ist eine Achsendrehung des ganzen Hammergriffs und zwar in dem Sinne von vorn nach hinten und aussen. Ausser der Aneinanderlagerung der einwärtsziehenden Trommelfellfasern, wie sie in Fig. 18 und 19 dargestellt sind, findet nun aber ausserdem eine Verwachsung und Verfilzung dieser eigentlichen Membrana propria mit der Faserschicht an der lateralen Grifffläche, die ich bekanntlich zum Hammer rechne, statt. Die Punkte der Verwachsung habe ich bei den Fig. 19, 20 und 21 mit a und b bezeichnet. So kommt es, dass gerade am unteren Ende des Griffes, wo sowohl Membrana propria als laterale Grifffaserlage sehr mächtig sind, die Membran hauptsächlich an der lateralen Fläche vorüberzuziehen scheint und schliesslich, wenn man so will, beim Erwachsenen auch vorüberzieht, da die Verwachsung eine so innige ist, dass die beiden Faserzüge nicht mehr histologisch, sondern nur mehr entwicklungsgeschichtlich different sind. Ich bitte gerade diese Bemerkung besonders zu beachten, da mein Befund nichts an dem Modus der Mechanik der Hammergrifftrommelfellverbindung, wie ihn HELMHOLTZ statuirt hat, ändert.

Foetus im sechsten Monat.

Die Ossification macht jetzt langsamere Fortschritte. Im Hammerkopf bildet sich ein Markraum. Im Ambos geht die Verknöcherung etwas weiter in den Linsenfortsatz hinein. Das Köpfchen des Steigbügels und das laterale Schenkeldrittel beginnt nun ebenfalls zu verknöchern. In beiden Schenkeln bilden sich Markräume. —

Einer der Embryonen dieses Stadiums zeigte eine Trennung zwischen Processus styloideus und dem anliegenden Theil der Bogengangskapsel. Ich halte diesen Befund für eine Anomalie, über deren Häufigkeit ich allerdings keinen Aufschluss geben kann. Jedenfalls ist dieser Befund sonderbar, da bekanntlich der Processus styloideus mit dem von mir als Intercalare bezeichneten Knorpelgebilde schon früh, nämlich Ende des dritten oder Anfang des vierten Monats, verschmilzt.

Hier schliesst die mir zur Verfügung stehende Reihe menschlicher Embryonen.

Wenn ich mich nun dem letzten Theile meiner Arbeit zuwende, nämlich der Vergleichung meiner Befunde mit denen anderer Autoren, so will ich zunächst bemerken, dass ich selbstverständlich nicht bei

jedem Punkte die ganze Reihe der übereinstimmenden und widersprechenden Lehren citiren werde. Es können meines Erachtens nur diejenigen Arbeiten in Betracht kommen, die auf neueren Untersuchungsmethoden (Einbettung in Celloidin, Paraffin oder ähnlichen Medien, Serienschnittmethode) basiren, da man mittelst anatomischer Präparation unmöglich zu einem einigermaassen sicheren Resultate gelangen kann. Ich übergehe also in diesem Rückblick die Lehren der Autoren aus der ersten Hälfte unseres Jahrhunderts; ihre Ansichten habe ich übrigens bereits in der geschichtlichen Einleitung erwähnt. — Wenn ich trotzdem auch noch Untersuchungen zum Vergleich herbeiziehe, die nicht nach diesen Methoden angelegt wurden, so thue ich es hauptsächlich mit Rücksicht auf die uns noch nicht so ferne liegende Zeit ihrer Publikation und deshalb, weil ihre Resultate Aufnahme in den Lehrbüchern der Anatomie und Entwicklungsgeschichte gefunden haben. — Ich glaube die Sache am einfachsten so zu gestalten, dass ich die hauptsächlichsten meiner Befunde — alles Nebensächliche ist im ersten Theil nachzusehen — in Form von Thesen fasse und jeweils die Ansichten derjenigen Autoren, die sich persönlich mit diesen Untersuchungen beschäftigten, anschliesse.

Eine Kritik der übereinstimmenden Resultate kann ich mir ersparen, während ich es nöthig finde, einen Grund für die widersprechenden Ansichten zu suchen. —

1. Hammer und Ambos sind Derivate des ersten Kiemenbogens und stellen das proximale Ende desselben dar; beide Gehörknöchelchen bilden in ihrer ursprünglichen Form einen einfachen Stab ohne jeden Fortsatz.

Ich stimme hierin überein mit Kölliker (46—47), ferner mit Semmer (41) und Salensky (51—52), der allerdings ein vorgeschrittenes Stadium (Schaf von 2 cm Länge) untersuchte und zwar mittelst anatomischer Präparation; ausserdem mit Gradenigo (59—61), (Katzenembryonen von 12 mm Sch.-St. L.) und mit Staderini (68).

Anders sind die Resultate von Huxley (37—38), (eigene Untersuchungen?) und von Parker (39). Letzterer will bei einem Schweineembryo von $^2/_3$ engl. Zoll (1,8 cm) Schnauzen-Steisslänge Folgendes gefunden haben: (lc. pag. 327.) „Das mandibulare oder erste Paar der postoralen Visceralbogen ist ein kräftiger Knorpelstrang und liegt im ersten Visceralbogen hinter der Mundöffnung. Die distalen Enden des Knorpelbogenpaares haben sich in der Mittellinie noch nicht vereinigt; das proximale Ende eines jeden ist etwas zugespitzt und scharf umgebogen; es treibt jene Membran, welche die erste Kiemenspalte schliesst und das Rudiment des Trommelfells ist, einwärts.“

Dies ist Parker's jüngstbeobachtetes Stadium, also bereits ein

solches, in dem das Manubrium mallei gebildet ist. Vom Ambos schreibt PRAKER in diesem Stadium noch nichts.

Im nächsten dagegen (Schweinsembryo von 1 Zoll [2,7 cm] Länge) thut er seiner Erwähnung. Zunächst schildert er die weitere Ausbildung des Hammers und fährt dann fort: „Das proximale Ende des Hyoidbogens, das sich in ähnlicher Weise verbreitert und mit der entsprechenden Partie des Mandibularbogens articulirt, wird zum Ambos, indem sein gebogener Fortsatz sich an die Aussenfläche des Stapes anlegt und zum langen Ambosschenkel wird. Der Ambos, welcher so aus dem proximalen Ende des Hyoidbogens gebildet wird, wird vom Rest des Bogens dadurch getrennt, dass ein Theil des Bogens sich in Bindegewebe umwandelt, ausserdem dadurch, dass der Hyoidbogen sich nach unten und hinten bewegt. Ein kleiner Knorpelkern bleibt in dem bindegewebigen Strang zurück und wird zu dem griffelförmigen „Interhyale"; das proximale Ende des definitiven Hyoidknorpels wird zum „Stylohyale".

PARKER hat also die früheren Stadien, wo ein Manubrium mallei und ein Processus longus incudis noch nicht bestehen, gar nicht untersucht. Ausserdem hat PARKER, wie aus seiner Arbeit ersichtlich, viel zu dicke Schnitte aus diesen zarten Gebilden gefertigt.

HUNT (42—43) ist geneigt, für den Ambos eine gewisse Entwicklungsunabhängigkeit von den Kiemenbogen anzunehmen. Da ich HUNT's Originalarbeit nicht besitze und daher auch sein embryologisches Material nicht kenne, so muss ich auf eine Kritik verzichten.

FRASER (53—54), ein Schüler PARKER's, kommt zu denselben Befunden wie sein Lehrer. In Anbetracht des in der That vorzüglichen Materials, das ihm zur Verfügung stand, und in Anbetracht der Gründlichkeit seiner Untersuchungen ist mir das Resultat, soweit es Hammer und Ambos betrifft, einfach unerklärlich. Oder sollte FRASER unter dem Einfluss der Anschauungen seines Lehrers gestanden haben? Nach FRASER bildet das Manubrium mallei die umgebogene Spitze des Mandibularbogens; der Kopf des Ambos sei das proximale Ende des Hyoidbogens; der lange Ambosschenkel bilde die Verbindung zwischen Amboskopf und dem Reste des Hyoidknorpels, der kurze Fortsatz wachse vom Kopf des Amboses aus. Der Linsenfortsatz ist ein Theil des langen Ambosschenkels, der auswächst, um die Verbindung mit dem Stapes herzustellen.

Auch GRUBER (50) gelangt zu einem anderen Resultate. Er schreibt (l. c. pag. 53 und 54): „Nach meinen Untersuchungen entstehen Hammer und Ambos gerade so wie der Steigbügel nicht aus den Visceralbogen, sondern aus dem Kopfwirbel und zwar aus derselben Bildungsmasse, aus welcher sich die Labyrinthkapsel entwickelt. Zur Zeit, wann die Gehörknöchelchen bereits in ihrer Form deutlich zu erkennen sind, ja sogar die Bildung der Gelenksverbindungen der-

selben schon eingeleitet ist, kann man noch an einzelnen Stellen die innige Verbindung dieser Knöchelchen mit der Labyrinthmasse genau erkennen und erst nach und nach trennen sich die Knöchelchen von der letzteren. Am längsten persistirt die Vereinigung des Amboskörpers mit der Labyrinthwand, was auch seiner natürlichen Lage im Erwachsenen entspricht.

b) Da die Gehörknöchelchen sämmtlich aus derselben Grundsubstanz hervorgehen, so liegt es in der Natur der Sache, dass sie in einem bestimmten Stadium der Entwicklung ein Continuum darstellen, und dass die Bildung der Gelenke erst später eingeleitet werden kann.“

Gruber hat entschieden zu vorgeschrittene Stadien (wie es scheint auch ohne Serienschnitte anzulegen) untersucht und macht, wie es aus b) ersichtlich ist, Rückschlüsse auf etwaige Zustände in früheren Epochen, ein Verfahren, das wohl nicht angängig ist.

Löwe (86) und Rüdinger (87) schlossen sich auf der Münchener Naturforscherversammlung Gruber's Ansichten an.

2. *Das Blastem des proximalen Endes des ersten Kiemenbogens liegt dem Blastem des Annulus stapedialis an.*

Dieser Befund ist bis jetzt erst von Staderini (68) erhoben worden. Staderini's Publication war mir übrigens erst bekannt geworden, als ich selbst bereits zu diesem Resultate gelangt war.

3. *Das Blastem des proximalen Endes des ersten Kiemenbogens verschwindet bald und verwandelt sich in Bindegewebe.*

4. *So entsteht ein Stadium, wo das vorknorplige Ende des ersten Kiemenbogens in einer gewissen Entfernung vom Steigbügelring gelegen ist.*

Dieses Stadium wird auch von Gradenigo (61) beschrieben (l. c. pag. 85) und ist fernerhin Rabl (62) bekannt, wie aus dessen Worten hervorgeht (l. c. pag. 222): „Ist einmal Knorpel gebildet, so ist es nicht mehr möglich, sich ein bestimmtes Urtheil zu verschaffen und zwar deshalb nicht, weil nun auch schon eine Verbindung des Steigbügelknorpels mit dem Ambosknorpel aufgetreten ist.“

5. *Der Handgriff des Hammers und der lange Schenkel des Amboses wachsen zu gleicher Zeit in paralleler Richtung nach vorn, innen und unten aus.*

Nach Parker (39) und Fraser (53) ist der lange Ambosschenkel ein Theil des Hyoidbogens und besteht also schon so lange wie der Amboskopf.

6. *Der kurze Ambosschenkel bildet sich etwas später.*

7. **Vor Bildung des kurzen Ambosschenkels steht das proximale Ende des ersten Kiemenbogens mit dem Primordialcranium in keiner Berührung.**

Ebenso GRADENIGO (61). Dem entgegen GRUBER (50) und LÖWE (86).

8. **Der zusammenhängende Hammer- und Amboskörper trennt sich kurz vor Aussendung der ad 5 genannten Fortsätze in Folge der Bildung einer Zwischenscheibe.**

Die Art der Trennung wurde bis jetzt noch nicht beobachtet. SALENSKY (52) beschreibt den Vorgang der Trennung nicht histologisch, sondern bediente sich zu ihrem Studium der Präparation. Er spricht (l. c. pag. 424) nur von der „Bildung von zwei Einschnitten, welche die Grenze verschiedener Theile des künftigen Malleus und Incus bezeichnen".

9. **Die Zwischenscheibe trennt Hammer und Ambos bereits in einem frühen Stadium vollständig. Es besteht also nach Auftreten derselben kein continuirlicher Zusammenhang mehr.**

GRADENIGO (61) widerspricht diesem Satz (l. c. pag. 247): „Zwischen Hammer und Ambos ist auch in knorpligem Zustand eine partielle Vereinigung der Gelenkflächen zu sehen". Meiner Ansicht nach kommt GRADENIGO zu diesem Schluss, weil er die Zwischenscheibe als gemeinschaftliches Perichondrium auffasst. Das Perichondrium der Hammer- und Ambosgelenkflächen wird aber von der Grenzschichte der Zwischenscheibe gebildet.

Unrichtig ist die Behauptung URBANTSCHITSCH's (88) (l. c. pag. 230), dass noch im 3 Monate alten menschlichen Embryo „eine gelenkige Verbindung des Hammers mit dem Ambos keineswegs an allen Stellen durchgeführt war, sondern dass in diesem Stadium der Entwicklung noch eine theilweise knorplige Verschmelzung beider Gehörknöchelchen bestand". 3 Monate oder selbst 10 Wochen alte menschliche Embryonen sind eben nicht die geeigneten Objecte, wenn man entwicklungsgeschichtliche Studien über das Hammer-Ambosgelenk machen will. In dieser Zeit ist nämlich nicht nur die Zwischenscheibe in ihrer ursprünglichen Gestalt, sondern auch die aus ihr resultirende dünne Zelllage geschwunden und die beiden Knorpel liegen dichter aneinander an als in den früheren Stadien.

Wenn URBANTSCHITSCH (88) ferner (l. c. pag. 231 Anmerkung) „bei einem Schweinsembryo von über 3 cm Länge eine Knorpelmasse findet, an welcher der Hammer und Ambos gut erkennbar erschienen, während der Hammer-Amboskörper noch eine allseitige knorplige

Verschmelzung aufwies", so kann ich diesem Befund eben nur die meinigen entgegenhalten, die sich, wenn nicht auf Schweinsembryonen, so doch auf gleich grosse Schafsembryonen und viel jüngere und kleinere Kaninchen und Meerschweinchen beziehen und bei denen die Knorpel bereits getrennt sind.

Nach KÖLLIKER's (46—47) Ansicht findet die Trennung von Hammer und Ambos bereits beim ersten Auftreten des Knorpelgewebes statt.

10. **Der Annulus stapedialis liegt ursprünglich frei in dem mesodermalen Bindegewebe und tritt erst später mit der periotischen Kapsel in Berührung.**

Bis jetzt beobachtet von FRASER (53—54), von NOORDEN (57) und STADERINI (68).

Nach FRASER erscheint der Steigbügel zu gleicher Zeit wie die Kiemenbogen und die periotische Kapsel als concentrisch um eine Arterie angeordnete Zellen; derselbe ist mit der periotischen Kapsel nicht in Verbindung, liegt dem Hyoidbogen an, ist aber nicht mit ihm ein zusammenhängendes Continuum, was sich an der concentrischen Anordnung der Steigbügelzellen und der Längsrichtung der Hyoidbogenzellen erkennen lässt. Durch Wachsthum der periotischen Kapsel kommt der Annulus an sie zu liegen und macht dort eine Depression das ovale Fenster. von NOORDEN untersuchte die drei HIS'schen Embryonen Lo 23 mm Nackenlänge, ca. $8^1/_2$ Wochen alt, Zw 18,5 mm N.L., ca. $7^1/_2$ Wochen alt und Lhs 17 mm N.L., ca. 50 Tage alt.

Die beiden erstgenannten waren bereits über das freiliegende Stadium hinaus, vom dritten Embryo schreibt jedoch von NOORDEN (l. c. pag 251): „Ein anderes einfacheres Bild gewährt Embryo Lhs, denn hier lässt sich in der Knorpelwand an der vordern Wand, in der der Stapestheil bei Zw wie eingemauert steckt, nichts derartiges (sc. ovale Fensterplatte) entdecken, überhaupt sind hier keine Differenzen im Knorpel vorhanden. Dagegen ist auch hier die von SALENSKY beschriebene und bei Zw nachgewiesene Arterie bis zur Carotis hin verfolgbar. Sie durchbohrt ein kleines rundliches Knorpelhäufchen, das weder zum Meckel'schen Knorpel, noch zum Labyrinthknorpel in Beziehung steht, aber auch noch keinerlei characteristische Gestalt angenommen hat. Ich glaube, dass wie beim Schafembryo auch beim menschlichen dies von Embryo Lhs beschriebene Zellhäufchen Vorstufe eines Theils des späteren Stapes bildet und dass sich die Crura ganz oder zum Theil aus ihm entwickeln, indem sehr bald eine Formung der Zellen zu Stande kommt, wie sie die Stufe Zw bereits darbietet."

STADERINI's Befund deckt sich mit dem meinigen. STADERINI bemerkt mit Recht, dass SALENSKY ein Gewebe, wie das des Steigbügelringes, unrichtiger Weise knorplig nennt, das noch in einem viel

jüngeren, vorknorpligen Zustand sich befindet, dass aber im übrigen seine Befunde von denen SALENSKY's kaum differiren. Wer also den Steigbügel aus der periotischen Kapsel sich entwickeln lässt, hat das Stadium, wo der Annulus stapedialis noch nicht mit der periotischen Kapsel in Berührung ist, eben einfach nicht gesehen. Es trifft dies zu bei PARKER (39), GRUBER (48—49), URBANTSCHITSCH (88) und LÖWE (86).

11. **Sobald die Anlage des Annulus stapedialis als eine concentrisch um ein kleines Gefäss gelagerte Zellanhäufung erkennbar ist, liegt sie zwischen dem Blastem des proximalen Endes des ersten und des zweiten Kiemenbogens. Sie ist aber von beiden durch die concentrische Schichtung ihrer Zellen wohl zu trennen, also vorderhand als unabhängige Bildung zu betrachten.**

Ebenso HUNT (42—43), SALENSKY (51—52), FRASER (53—54) (siehe ad 10), STADERINI (68).

12. **Es ist meines Erachtens nicht möglich, den Annulus stapedialis der Säuger jetzt schon in bestimmter Weise dem einen oder andern Kiemenbogen zuzuzählen; hierzu bedarf es vielmehr vergleichender Studien an Embryonen der übrigen Wirbelthierklassen.**

Diejenigen Autoren, die den Steigbügelring zum 2. Kiemenbogen rechnen, haben dieses auf Grund des Umstandes gethan, dass das früheste Stadium, welches sie durchsuchten, dasjenige war, wo das proximale Blastem des 2ten Kiemenbogens noch an den Annulus stapedialis anstösst, das proximale Ende des 1. Kiemenbogens durch Resorption oder Involution des Endblastems aber wieder vom Annulus stapedialis entfernt ist. So kann man leicht auf den Gedanken kommen, dass der Ring mit dem ersten Kiemenbogen nichts zu thun habe, um so sicherer aber mit dem zweiten, da er von dem ersten entfernt liegt, dem zweiten aber direct anliegt. Zu diesen Autoren rechne ich GRADENIGO (61) und RABL (62). SEMMER (41) spricht sich nicht bestimmt aus. (l. c. pag. 72): „Aller Wahrscheinlichkeit nach hat die hinter der ersten Kiemenspalte gelegene Steigbügelanlage aus dem zweiten Kiemenbogen sich entwickelt. Als absolut sicher lässt sich dies Verhalten nicht hinstellen."

13. **Das proximale Ende des 2ten Kiemenbogens schwindet ebenfalls wie das des ersten; an seine Stelle tritt Bindegewebe.**

Ebenso GRADENIGO (61) (l. c. pag 268).

14. **In der vorknorpligen Labyrinthkapsel grenzen sich zwei Bezirke ab: eine ovale Platte, die primäre**

Platte des ovalen Fensters und eine runde Platte, die spätere Membran im runden Fenster.

Ebenso GRADENIGO (59—61), von NOORDEN (57), FRASER (53—54).

15. Der Vorknorpel im runden Fenster wandelt sich direct in Bindegewebe um.

16. Der Vorknorpel im ovalen Fenster zeigt in den verschiedenen Thierspezies differente Entwicklung, aber hat doch ein gleichartiges Schicksal.

Beim Kaninchen und Meerschweinchen geht er direct in Bindegewebe über und verschwindet, beim Schaf wird ein nahezu jungknorpliges Gewebe gebildet, das aber doch schliesslich bindegewebig wird, beim Menschen wird sogar richtiges junges Knorpelgewebe formirt, das als ovale Platte noch im 3. Monat vorhanden ist, schliesslich aber doch zu einer dünnen Bindegewebslamelle verwandelt wird, die vom Perichondrium des Vorhofs nicht zu unterscheiden ist.

17. Das Ligamentum annulare baseos stapedis wird hauptsächlich gebildet aus Elementen des (ad 16) beschriebenen Vorknorpels und aus Spindelzellen, die vom Perichondrium der tympanalen Oberfläche der Vorhofkapsel hereinwachsen.

18. Der Steigbügel wird einzig und allein aus dem Steigbügelring gebildet. Die primäre vorknorplige oder beim 3monatlichen menschlichen Embryo sogar knorplige Platte im ovalen Fenster ist ein transitorisches Gebilde und hat nichts mit der spätern Steigbügelbasis zu thun.

Hier befinde ich mich im Widerspruch mit GRADENIGO (59—61), der bekanntlich die Steigbügelbasis als aus der primären ovalen Fensterplatte entstanden betrachtet. Meine lückenlose Reihe von Thierembryonen, bei denen das Verschwinden der primären Platte Schritt für Schritt zu sehen ist, spricht für die Unumstösslichkeit meines Befundes.

Auch von NOORDEN (57) plaidirt für einen doppelten Ursprung des späteren Steigbügels, spricht sich jedoch nicht so bestimmt aus, da ihm das ältere Material fehlt. Er schreibt im Anschluss an das ad 10 aufgeführte Citat: „Demnach möchte ich der Ansicht zuneigen, dass der Stapes eine doppelte Anlage hat, eine intra- und eine extramurane in Bezug auf den Gehörblasenknorpel. Vielleicht gelingt es an Zwischenstufen, diesem noch präciser nachzugehen. Zeitlich eilt die Bildung der Knorpelmasse für die Crura dem Abgegrenztwerden der zuerst soliden Platte in der Gehörknorpelwand um wenige Tage

voraus. Die ganze Bildung des Stapes bis zur Erreichung seiner typischen Gestalt geht in der 7ten bis 8ten Woche vor sich. Den einen Theil unterstützt bei der Bildung ein arterielles Gefäss, der andre Theil scheint durch Abstossung von einer grösseren Masse geliefert zu werden.“ von NOORDEN hat also das definitive Schicksal der primären ovalen Platte nicht verfolgt.

STADERINI (68) hat sich überhaupt nur mit dem Stadium der Steigbügelringentwicklung, nicht mit dem definitiven Steigbügel beschäftigt.

19. Das Gelenk zwischen langem Ambosschenkel und Steigbügelring wird nicht in Form des Auftretens einer Zwischenscheibe gebildet, da der lange Ambosschenkel ja erst an den Annulus stapedialis heranwachsen muss, die beiden Gebilde, also nie ein Continuum bilden.

Gegensatz zu GRUBER (50) (l. c. pag. 54), siehe GRUBER Citat b) ad 1. Ausserdem stellt GRUBER den Satz auf: „Die erste Spur der Gelenksbildung tritt zwischen dem untern Ende des abwärtssteigenden Schenkels des Amboses und dem Köpfchen des Steigbügels auf, es entwickelt sich ein Zwischenknorpel.“

Wie schon oben erwähnt, war das Untersuchungsmaterial GRUBER'S zu sehr entwickelt.

20. Der Linsenfortsatz des Amboses ist kein selbstständiges Gebilde, sondern nur die äusserste, am spätesten entwickelte Spitze des langen Ambosschenkels.

21. Nach Resorption bezw. Involution des proximalen Endblastems des 2ten Kiemenbogens besteht eine Zeit lang keine Verbindung zwischen der periotischen Kapsel und dem proximalen Ende des vorknorpligen 2. Kiemenbogens.

Ebenso GRADENIGO (61), von NOORDEN (57) und, bis zu einem gewissen Punkt PARKER (39).

GRADENIGO (61) schreibt (l. c. pag. 268): „Der Hyoidbogen verliert bald jede Beziehung zum Annulus stapedialis und tritt in ein inniges Verhältniss zu einem periotischen Fortsatz, welcher von dem vestibularen Abschnitt der Kapsel abgeht.“

von NOORDEN schildert die Sache folgendermaassen (l. c. pag. 248): „Nur durch Verfolgung des knorpligen Processus styloideus vom Zungenbein aufwärts gelangt man mit Sicherheit zur Stelle, welche diesem Theile vom vorhandenen Gehörknorpel zugehört, aber es fehlt bei beiden älteren Embryonen der Zusammenhang von Felsenbein und Stylfortsatz.“

PARKER's Ansicht habe ich bereits ad 1 Erwähnung gethan; der

Vollständigkeit halber will ich sie nochmals vorbringen: „Der Ambos ... wird vom Rest des Hyoidbogens dadurch getrennt, das ein Theil des Bogens sich in Bindegewebe umwandelt; ausserdem dadurch, dass der Hyoidbogen sich nach unten und hinten bewegt. Ein kleiner Knorpelkern bleibt in dem bindegewebigen Strang zurück und wird zu dem griffelförmigen „Interhyale"; das proximale Ende des definitiven Hyoidknorpels wird zum „Stylohyale."

22. Die Verbindung zwischen dem proximalen Ende des definitiven Reichertschen Knorpels und der Kapsel der Bogengänge wird hergestellt durch ein neu auftretendes, zuerst vorknorpliges später knorpliges Gebilde.

Ich habe dieses Gebilde, das auf den beigegebenen Zeichnungen durch einen Stern * fixirt ist, Intercalare oder Schaltstück genannt, um nichts für spätere vergleichend-anatomische Untersuchungen zu präjudiciren. Obwohl es mir ziemlich sicher erscheint, dass es von der periotischen Kapsel gebildet wird, so mögen doch wohl Reste des proximalen Blastems des zweiten Kiemenbogens darin enthalten sein; ich lasse deshalb die Frage, wohin ich dies Gebilde rechnen soll, noch offen. Dass es mit dem Interhyale PARKER's identisch ist, steht wohl fest. PARKER rechnet dies Gebilde zu dem zweiten Visceralbogen, von NOORDEN und GRADENIGO, wie ad 21 hervorgeht, zur periotischen Kapsel.

23. Im Laufe der fötalen Entwicklung (beim Menschen im vierten Monat) findet die Verschmelzung vom REICHERT-schen Knorpel, Schaltstück und angrenzender Bogengangskapsel statt.

24. Der Processus styloideus POLITZER (72) besteht aus dem oberen Ende des REICHERT'schen Knorpels, dem Schaltstück und dem angrenzenden spät verknöchernden Bezirk der Bogengangskapsel.

25. Die Eminentia pyramidalis bildet sich in Folge der Ossification des bindegewebigen Ueberzugs des Musculus stapedius, ist also nicht knorplig präformirt.

26. Das Trommelfell liegt an der Stelle der ersten Kiemenfurche und setzt sich von Anfang an aus drei Schichten zusammen.

27. Die mittlere Schicht des Trommelfells ist eine nicht ossificirte Partie des Annulus tympanicus.

Dieser Satz findet jetzt wohl allgemeine Zustimmung. TOYNBEE (89) hat als der Erste die Membrana propria als Fortsetzung des Annulus tympanicus angesehen.

Mit Recht bemerkt jedoch SCHWALBE (90) (l. c. p. 458), dass man in der Specialisirung nicht so weit gehen dürfe wie TOYNBEE, der die Radiärfaserschicht für eine Fortsetzung des Periosts des äusseren Gehörgangs, die Circulärfaserschicht für eine Fortsetzung des Periosts der Paukenhöhle erklärt.

KESSEL's (91—92) Ansicht, dass die Membrana propria eine metamorphosirte tiefe Lage des Coriums darstelle, ist unrichtig.

28. Das Trommelfell liegt ursprünglich in der Ebene der Gesichtswand; der äussere Gehörgang wird durch Erhebung der umgebenden Partien gebildet.

29. Zum Deckknochengewebe gehören das Os squamosum, der Annulus tympanicus und der Processus Folianus mallei.

30. Der Processus Folianus verwächst beim Menschen im 6. Fötalmonat mit dem knöchernen Hammerhals. Zu gleicher Zeit verliert auch der MECKEL'sche Knorpel durch Eindringen von Bindegewebe seine Continuität.[1])

31. In der eigentlichen fötalen Paukenhöhle liegt keines der Mittelohrgebilde, auch nicht der Hammergriff.

32. Der Hammergriff wächst in sehr früher Zeit durch eine Lücke zwischen Os squamosum und Annulus tympanicus, die beide noch bindegewebig sind, nach aussen und kommt ausserhalb der Membrana propria zwischen diese und das subcutane Gewebe des äusseren Gehörgangs zu liegen.

33. Die Incisura Rivini und Membrana Shrapnelli bezeichnen die Austrittsstelle des Hammergriffs, sind in ihrer Eigenart durch ihn bedingt und finden sich überall da nicht, wo ein Hammergriff fehlt.

34. Ein Foramen Rivini existirt nicht.

Da die Membrana flaccida Shrapnelli einer mittleren Schicht entbehrt, so kann sie leichter einreissen als das übrige Trommelfell, und so ist es erklärlich, dass „Foramina Rivini“ als Leichenbefunde vorkommen.

35. Bei menschlichen Embryonen des 3. und 4. Monats ist das eigenthümliche Verhältniss zwischen Membrana propria des Trommelfells und Hammergriff auf Quer-

[1]) Die Ausbildung des Knochengewebes in den Gehörknöchelchen und der periotischen Kapsel ist im ersten Theil nachzulesen.

schnitten zu erkennen. Im 5. Monat hat der laterale perichondrale Ueberzug des Griffs sich mit der Membrana propria in so innige Verbindung gesetzt, ausserdem der Griff eine Achsendrehung gemacht, so dass die Griff-Trommelfellverbindung von nun ab nicht mehr von der des Erwachsenen differirt.[1])

Die Hammergriff-Trommelfellverbindung war in ihrer Art und Genese bis jetzt noch vollkommen unklar. Einen historischen Ueberblick über die Ansichten der Autoren auf diesem Gebiet zu geben, würde zu weit führen. Die einschlägige Literatur ist in übersichtlicher Weise von MOLDENHAUER (93) zusammengestellt. Nur sei erwähnt, dass mit Ausnahme von DRAISPUL (67) specielle embryologische Untersuchungen über diesen Punkt bis jetzt nicht ausgeführt worden sind. Ich beschränke mich also auf die Besprechung der DRAISPUL'schen Arbeit. Der jüngste menschliche Embryo, den DRAISPUL untersuchte, war 4,5 cm lang (Gesammtlänge oder Kopfsteisslänge?). Derselbe wurde in Frontalschnitte zerlegt und kann deshalb keinen Aufschluss über das Verhältniss bringen. Der nächste Embryo hatte 13 cm Länge und wurde „quer zur Längsachse" geschnitten. DRAISPUL schreibt nun (l. c. pag. 24): „Verfolgt man die Membrana propria bis in die Höhe des knorpligen Hammergriffs, so ist hier ein Zusammenhang des Periostes — des bindegewebigen Ueberzuges des Hammergriffes — mit dem Gewebe der Membrana propria, so dass man eine Trennung dieses Gewebes nirgends unterscheiden kann. Ja es macht zuweilen den Eindruck, als würde die Membrana propria den Hammergriff umgeben. Nun wird der Hammergriff vom Epithel und dem Schleimhautüberzuge des Trommelfells gegen das Mittelohr hin überzogen, ausserdem hat derselbe am Embryo noch seinen perichondralen Ueberzug, dessen Faserzüge in die der Membrana propria übergehen, so dass hier eine Continuität des Perichondriums, bezw. des Periostes vom Hammer und dem Annulus tympanicus nachzuweisen ist. Eine Kreuzung der Fasern der Membrana propria an der Stelle des Uebergangs in das Periost des Hammergriffes deutlich ausgesprochen, wie sie von SCHWALBE (90) angegeben wurde und wie sie bei POLITZER (74) beschrieben und abgebildet ist, kann an den Durchschnitten des embryonalen Trommelfelles noch nicht gesehen werden."

Ueber den nächsten, und wie es scheint letzten, der untersuchten menschlichen Embryonen von 18 cm Länge (auch hier fehlt, wie bei den beiden anderen, die Angabe der Art der Messung) lässt sich DRAISPUL nur kurz aus (l. c. pag. 25): „Auf dieser Figur steht das Periost des Annulus tympanicus schon nicht mehr im Zusammenhang mit dem der Gehörknöchelchen, noch mit dem Perioste des äusseren Gehörganges, wie das in den jüngeren Stadien zu sehen war, sondern dasselbe zieht

[1]) Die Einzelheiten sind in dem ersten Theil der Arbeit nachzusehen.

sich isolirt in die Membrana tympani hinein und bildet deren Membrana propria, als welche es das ganze Trommelfell durchläuft und an der Stelle des Hammergriffes sich mit dem Perioste desselben vereinigt. Hier ist also deutlich zu sehen, wie das Periost des Annulus tympanicus von beiden Seiten mit der Membrana propria ein und dasselbe Gewebe bilden."

Die beigegebenen Zeichnungen geben uns so wenig Aufschluss als der soeben citirte Text. Es ist also durch die Publication von DRAISPUL (67) die Sache nicht gefördert worden.

Ich habe in der vorliegenden Arbeit es mit Absicht vermieden, vergleichend anatomische Betrachtungen über die Homologa der Mittelohrgebilde bei den übrigen Wirbelthierklassen anzustellen. Ich halte, so lange die Entwicklungsgeschichte des Mittelohrs bei den Säugern noch so viele widerstreitende Auffassungen vorweist, ein definitives Urtheil erst dann für berechtigt, wenn auch die Entwicklung des Mittelohrs bei den übrigen Wirbelthierklassen eine systematische Bearbeitung gefunden hat.

Vorliegende Arbeit wurde im anatomischen Institut der Universität Strassburg ausgeführt.

Es wird mir zu einer angenehmen Pflicht, Herrn Prof. SCHWALBE für die gütige Ueberlassung eines reichlichen Materials und seine liebenswürdige Unterstützung meinen ergebensten Dank auszusprechen.

Strassburg i/E., 15. Mai 1892.

Bibliographie.

1. RATHKE, Isis 1825. Band I. S. 747—749.
2. ASCHERSON, de fistulis colli congenitis 1832. S. 13.
3. MALPIGHI, Appendix repetitas auctasque de ovo incubato obss. continens. London 1688.
4. C. F. WOLFF, de formatione intestinorum. (Uebersetzung von MECKEL.)
5. BOJANUS, Obss. anat. de foetu canino 24 dierum. Nov. Act. Acad. N. C. Vol. X. pag. 139—152.
6. SOEMMERING, Icones embr. hum. Francof. 1799.
7. MECKEL, J. FR., Beiträge zur vergleichenden Anatomie. Band II, Heft 1, S. 25. 1811.
8. HUSCHKE, Isis 1826. S. 401—403.
9. HUSCHKE, Isis 1827. S. 102.
10. RATHKE, Meckel's Archiv. 1827. S. 556.
11. RATHKE, Isis 1828. S. 108.
12. von BAER, Meckel's Archiv 1827. S. 556—558.
13. von BAER, de ovi mammal. et hom. genesi 1827.
14. von BAER, Meckel's Archiv 1828. S. 143—148.
15. von BAER, Entwicklungsgeschichte der Thiere. Beobachtung und Reflexion.
16. BURDACH, de foetu humano adnott. anatomicae. 1828.
17. BURDACH, Die Physiologie als Erfahrungswissenschaft. Bd. II. Leipzig 1828.
18. CARUS, Lehrbuch der Zootomie 1818. S. 371.
19. HUSCHKE, Isis 1827, S. 401.
20. HUSCHKE, Isis 1828, S. 162.
21. HUSCHKE, Isis 1831, S. 951.
22. HUSCHKE, Meckel's Archiv 1832, S. 40.
23. VALENTIN, Handbuch der Entwicklungsgeschichte. Berlin 1835.
24. HYRTL, Jahrbücher des österr. Staates. II. Bd. S. 449. Wien 1836.
25. MECKEL, J. F., Handbuch der menschlichen Anatomie. Bd. 4. S. 47. 1820.

26. HUSCHKE, Beitr. z. Physiol. u. Naturgeschichte. Bd. I. Weimar 1824.
27. HUSCHKE, Isis 1833. S. 678.
28. RATHKE, Anatomisch-physiol. Unters. über den Kiemenapparat und das Zungenbein. Riga und Dorpat 1832. S. 122.
29. REICHERT, Ueber die Visceralbogen der Wirbelthiere. Meckel's Archiv 1837.
30. E. H. WEBER in Hildebrandt's Anatomie. Band IV.
31. BISCHOFF, Entwicklungsgeschichte der Säugethiere und des Menschen. Leipzig 1842.
32. GÜNTHER, A. F., Beobachtungen über die Entwicklung des Gehörorgans. Leipzig 1842.
33. MAGITOT et ROBIN, Annales des Sciences naturelles. Partie Zoologie. Paris 1862.
34. HUXLEY, Lectures on the elements of comparative anatomy. London 1864.
35. BRUCH, CARL, Beiträge zur Entwicklung des Knochensystems. Denkschrift der schweizer. naturf. Gesellsch. 1853.
36. BRUCH, Unters. über die Entwicklung der Gewebe bei den warmblütigen Thieren. Frankf. 1863—67.
37. HUXLEY, Procced. Zoolog. Society. London 1869.
38. HUXLEY, The anatomy of vertebrated animals. London 1871. (Deutsche Uebers. von RATZEL. Breslau 1873.)
39. PARKER, On the structure and development of the skull in the pig. Philos. Transact. 1874. Bd. 164.
40. PARKER and BETTANY, The morphology of the skull. London 1877. (Deutsche Uebers. von VETTER, Stuttg. 1879.)
41. SEMMER, Unters. über die Entwicklung des MECKEL'schen Knorpels. Diss. Dorpat 1872.
42. HUNT, Transactions of the intern. otolog. congress. 1876.
43. HUNT, Amer. Journ. of Medic. Scienc. 1877.
44. URBANTSCHITSCH, Ueber die erste Anlage des Mittelohrs und des Trommelfells. Mitth. a. d. embryol. Institut der Univ. Wien. 1. Heft. 1877.
45. MOLDENHAUER, Morpholog. Jahrb. Bd. III. 1877.
46. KÖLLIKER, A. v., Entwicklungsgeschichte. 2. Aufl. 1879.
47. KÖLLIKER, A. v., Grundzüge der Entwicklungsgeschichte. 2. Aufl. 1884.
48. GRUBER, J., Monatsschrift für Ohrenheilk. 1877. Nr. 12.
49. GRUBER, Mitth. a. d. embryol. Institut. Wien 1877. Heft 2.
50. GRUBER, Monatsschrift f. Ohrenheilk. 1878. Nr. 5.
51. SALENSKY, Zoolog. Anzeiger 1879. Nr. 28. (Vorläufige Mitth.)
52. SALENSKY, Morpholog. Jahrb. Bd. VI. 1880.
53. FRASER, Philos. Transact. 1882. Vol. 173.

54. FRASER, Proceed. Royal Soc. Vol. 33. 1882.
55. HOFFMANN, Archiv f. mikr. Anatomie Bd. 23. 1884.
56. TUTTLE, A. H., The relation of the external meatus, tympanum and Eustachian tube to the first visceral cleft. Proceed. Amer. Acad. Arts and Scienc. Vol. 19. Boston 1883/84.
57. von NOORDEN, Beitr. zur Anatomie der knorpligen Schädelbasis menschl. Embr. Arch. f. Anat. und Phys. 1887.
58. HIS, W., Anatomie menschlicher Embryonen. I. 1880. II. 1882. III. 1885.
59. GRADENIGO, Medic. Centralblatt 1886. (Vorläuf. Mitth.)
60. GRADENIGO, Mitth. a. d. embryol. Inst. Wien 1887.
61. GRADENIGO, Wiener Medic. Jahrbücher. 1887.
62. RABL, Ueber das Gebiet des N. facialis. Anat. Anzeiger 1887. Nr. 8.
63. PIERSOL, Ueber die Entwicklung der embryon. Schlundspalten. Zeitschr. f. wissensch. Zool. 1888. Bd. 47.
64. BORN, Ueber die Derivate der embryonalen Schlundbögen und Schlundspalten. Archiv f. mikr. Anat. Bd. 22.
65. KASTSCHENKO, Archiv f. mikr. Anat. Bd. 30. 1887.
66. MALL, Development of Eust. tube, middle ear, tympanic membrane and meatus of the chick. Studies from the biological Laboratory John Hopkins Univ. Baltimore. June 1888.
67. DRAISPUL, Mitth. a. d. embryol. Inst. Wien. Heft 1890.
68. STADERINI, R., Intorno alle prime fasi di svilluppo dell' Annulus stapedialis. Monitore Zoologico Italiano. Firenze Anno II. Agosto 1891.
69. MOOS, Unters. über die Beziehungen zwischen Hammergriff und Trommelfell. Arch. f. Augen- u. Ohrenheilk. Band I. 1869.
70. GELLÉ, Développement de la partie flaccide de la membrane du tympan. Travaux du labor. de Phys. de la Faculté de Méd. de Paris, publ. par Laborde. 1885.
71. POLITZER, A., Zergliederung des menschl. Gehörorgans. Stuttg. 1889.
72. POLITZER, A., Zur Anatomie des Gehörorgans. Band 9. 1874.
73. BRUNNER, G., Beiträge zur Anatomie und Histologie des mittleren Ohres. Züricher Habil. Schrift. Leipzig 1870.
74. HAUG, Centralblatt f. allg. Pathol. u. path. Anat. 1. März 1891.
75. HENKE und REYER, Studien über die Entwickelung der Extremitäten. Sitz. Ber. der Wiener Akad. d. Wiss. 1874.
76. RÜDINGER, N., Beiträge zur Histologie des mittleren Ohres. München 1873.
77. GRUBER, J., Anatom.-physiol. Studien über das Trommelfell und die Gehörknöchelchen. Wien 1867.
78. LINCKE, Handbuch der theor. und pract. Ohrenheilkunde. I. Band S. 597—653. Leipzig 1837.

79. SCHWARTZE, Pathol. Anatomie des Ohres. 1878. (aus Klebs' Handbuch.)
80. STEINBRÜGGE, Die Pathol. Anat. des Gehörorganes. Berlin 1891. (aus Orth's Lehrbuch der spec. path. Anat.)
81. MEYER, J., Ein Beitrag zu den Missbildungen im Bereiche der ersten Kiemenspalte. Langenbecks' Arch. f. kl. Chir. Bd. 29.
82. HYRTL, L., Vergleichend-anatom. Untersuchungen über das innere Gehörorgan des Menschen und der Säugethiere. Prag 1845.
83. DORAN, A. H. G., On the comparative anatomy of the auditory ossicles of the mammalia. Proceed. of the Royal Soc. 1876. Vol. 25.
84. DORAN, Morphology of the mammalian ossicula auditus. Transact. Linnean Soc. London 1879. Vol. I.
85. HELMHOLTZ, Die Mechanik der Gehörknöchelchen und des Trommelfells. Pflüger's Archiv f. d. ges. Physiol. 1868. Band I.
86. LÖWE, Medicin. Centralblatt 1878 (Autorreferat) und Bericht der 50. Versammlg. deutscher Naturforscher zu München 1877.
87. RÜDINGER, Bericht der 50. Vers. d. Naturf. zu München 1877.
88. URBANTSCHITSCH, Beobachtungen über die Bildung des Hammer-Ambosgelenks. Mitth. a. d. embr. Institut. Wien 1878. II. Heft.
89. TOYNBEE, On the structure of the membrana tympani in the human ear. Philos. Transact. 1851.
90. SCHWALBE, Lehrbuch der Anatomie des Ohres. Erlangen 1887.
91. KESSEL, J., Ueber einige anatom. Verhältnisse des Mittelohrs. Arch. f. Ohrenh. Bd. III. 1867.
92. KESSEL, Das äussere u. mittlere Ohr. In Stricker's Handbuch der Lehre von den Geweben. 1872.
93. MOLDENHAUER, Vergleichende Histologie des Trommelfells. Arch. f. Ohr. Bd 13. 1878.

Abkürzungen.

A. m. = Arcus mandibularis.
An. st. = Annulus stapedialis.
An. t. = Annulus tympanicus.
A. st. = Arteria stapedialis.
Car. = Carotis.
C. Mck. = Cartilago Meckelii.
C. R. = Cartilago Reicherti.
C. t. = Cavum tympani.
C. t. t. = Canalis tubo-tympanicus.
C. sem. = Canalis semicircularis.
Cut. = Cutisbelag des Trommelfells.
Ep. = Epithel der Paukenhöhle.
F. o. = Primäre Platte der Fenestra ovalis.
Hy. = Hyoidbogen.
Inc. = Incus.
Lab. = Labyrinthgehäuse.
Lig. an. = Ligamentum annulare baseos stapedis.
Man. = Manubrium mallei.
M. a. e. = Meatus auditorius externus.
Mall. = Malleus.
M. p. t. = Membrana propria tympani.
M. st. = Musculus stapedialis.
M. t. t. = Musculus tensor tympani.
M. t. = Membrana tympani.
O. s. = Os squamosum.
Per. = Perichondrium.
P. b. m. = Processus brevis mallei.
P. F. = Processus Folianus.
P. l. i. = Processus longus incudis.
Pr. st. = Processns styloideus.
Prom. = Promontorium.
St. = Stapes.

T. E. = Tuba Eustachii.
T. t. = Tensor tympani.
V. = Vasa.
V. fac. = Vena facialis.
V. lab. = Vesicula labyrinthica.
V. j. = Vena jugularis.
Zw. = Zwischenscheibe.
* = Intercalare.
m. = medialer } Faserzug der Membrana propria am Hammergriff.
l. = lateraler }
a. b. = Verwachsungspunkte.
V. = Nervus trigeminus.
VII. = Nervus facialis.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel XX und XXI.

Alle Zeichnungen wurden nach mikroskopischen Präparaten mittelst Abbe'schen Zeichenapparats entworfen.

Fig. 1. Frontalschnitt von einem Meerschweinchen-Embryo von 22 Tagen. Vergr. 30.
Der Annulus stapedialis (An. st.) liegt im mesodermalen Gewebe von beiden Seiten von dem Kiemenbogenblastem begrenzt (A. m. u. Hy.).

Fig. 2. Horizontalschnitt. Kaninchen-Embryo von 15 Tagen. Vergr. 30.
Der Annulus stapedialis liegt wie oben im mesodermalen Gewebe.

Fig. 3. Schrägschnitt (Richtung der Kiemenbogen) vom Meerschw. Embr. von 26 Tagen. Vergr. 30.
Anlagerung des Annulus stapedialis.

Fig. 4. Schrägschnitt vom Kaninchen-Embryo von 16 Tagen. Vergr. 30.
Leichte Impression des Annulus stapedialis in den Vorknorpel der Labyrinthwand. *Auftreten des Intercalare.

Fig. 5. Schrägschnitt vom Kaninchen-Embryo von 17 Tagen. Vergr. 30.
Annulus staped. im ovalen Fenster.

Fig. 6. Schrägschnitt vom Kaninchen-Embryo von 20 Tagen. Vergr. 30.
Primäre Platte des ovalen Fensters geschwunden. Verschmelzung zwischen Labyrinth, Intercalare und Reichert'schem Knorpel nahezu vollendet.

Fig 7, 8 u. 9. Die Zwischenscheibe zwischen Hammer und Amb os im 17 Tage alten Kaninchen-Embryo. Vergr. 45.

Fig. 7. In der Höhe des oberen Theils des Kopfes.

Fig. 8. In der Höhe des Abgangs des Meckel'schen Knorpels und des kurzen Ambosschenkels.

Fig. 9. In der Höhe des Hammerhalses und des oberen Theils des langen Ambosschenkels.

Fig. 10.
„ 11.
„ 12. } Querschnitte durch den Hammergriff und das Trommelfell bei einem Schafembryo von 82 mm Sch.-St.-L.

Fig. 10 u. 11: Vergr. 45. Fig. 12: Vergr. 30. — Fig. 10 am unteren Griffende, 11 in der Mitte des Griffs, 12 dicht unter dem kurzen Fortsatz.

Fig. 13. Querschnitt durch Hammergriff und Trommelfell beim neugeborenen Meerschweinchen. Vergr. 30.

Fig. 14. a, b, c, d der Fig. 13 bei 66facher Vergr.

Fig. 15. Grenze von Griff und Trommelfell bei demselben Thier. Vergr. 100.

Fig. 16 u. 17. Schräg, etwas von vorn oben nach hinten unten geneigte Frontalschnitte von einem menschl. Embryo von 53 mm Sch.-St.-L.

Fig. 16. Vorderer Theil der Trommelhöhle. Vergr. 15.

Fig. 17. Gegend des vorderen Steigbügelschenkels. Vergr. 30.

Fig. 18—21. Querschnitt durch Hammergriff und Trommelfell bei einem menschl. Embryo von 91 mm Sch.-St.L. (143 mm Gesammtlänge). Vergr. 30.

Fig. 18. Dicht unter dem kurzen Fortsatz.
„ 19.
„ 20. } Mitte des Griffs.
„ 21. Unteres Ende (nicht ganz unten).

Ueber die Arteria uterina, insbesondere über ihre Beziehungen zum unteren Uterinsegment.[1]

Von

Dr. S. Davidsohn.

Hierzu Tafel XXII.

Bekanntlich legt sich die Arteria uterina, aus dem unteren Theil des Ligamentum latum kommend, an den[2]) Cervix an und steigt längs der Seitenkante der Gebärmutter in die Höhe, um sich einerseits im Fundus zu verzweigen, andererseits die Anastomose mit der Spermatica zu bilden. Dieser nach aussen offene Gefässbogen entsendet dicht übereinander zahlreiche Aeste in die Uterusmuskulatur, die Ligamente und den oberen Theil der Scheide. Sowohl am Cervix (Sappey) als auch besonders am Corpus vereinigen sich die beiderseitigen Aeste in vielfachen queren Anastomosen der Art, dass nach LUSCHKA's Ausdruck das Bild eines Aneurysma cirsoides dadurch hervorgerufen wird. Dieser Eindruck wird noch verstärkt durch den diesem Gefässcomplex eigenthümlichen korkzieherartig gewundenen Verlauf der einzelnen Zweige (Sappey), der sich in der Gravidität noch verstärken soll, jedenfalls am puerperalen Uterus besonders imponirt. SÖMMERING meint, durch seine ausgesprochenen Gefässwindungen lasse sich ein Uterus, der schon einmal den Puerperalprocess erlitten hat, sicher von einem jungfräulichen unterscheiden. Derselbe Autor macht auf die ungewöhnliche Thatsache aufmerksam, dass im Verzweigungsgebiet der Uterina oft die Aeste relativ und absolut die Stämme an Weite übertreffen. Im Allgemeinen sind die Arterienzweige an der hinteren Wand nach HENLE stärker als an der vorderen. Man weiss endlich, dass die

---

[1]) Auszug aus des Verfassers Inauguraldissertation: „Ueber die Art. uterina und das untere Segment", ein Beitrag zur Theorie der Placenta praevia.

[2]) In vorliegender Arbeit wurde entsprechend dem Usus in der Geburtshilfe stets „der Cervix" anstatt der correcteren „die Cervix" geschrieben.

Uterinsgefässe vielfache Varietäten aufweisen. So giebt LUSCHKA an, dass die Cervicalarterien bisweilen aus einem selbstständigen Ast der Art. hypogastrica hervorgehen, der dicht über der eigentlichen Uterina entspringt.

Es ist dies das Wesentliche, wass bis vor kurzer Zeit über die Arteria uterina bekannt war. Für die Geburtshülfe war es nicht genug, und namentlich wurde es nothwendig, das Verhältniss der Arterie zum sog. unteren Uterinsegment zu untersuchen. Zum besseren Verständniss sei mir eine kurze geburtshülfliche Abschweifung gestattet.

Bekanntlich zeigt der frisch entbundene Uterus zwei auffällig unterschiedene Abschnitte: das eigentliche Corpus in zusammengezogenem Zustande mit dicken Wandungen, darunter eine bis zum äusseren Muttermund reichende vollkommen erschlaffte und dünnwandige Zone. Die Grenze zwischen beiden heisst „der Contractionsring“. Diese ganze erschlaffte Partie geht nun nicht, wie man annehmen könnte, früher auch angenommen hat, aus dem bis zur Geburt geschlossenen Cervicalcanal hervor; ein grosser Theil davon ist vielmehr schon vor der Geburt entfaltet, und diesen Theil, den man am hochgraviden Organ ohne Weiteres zum Corpus, am Uterus post partum aber auf den ersten Blick zum Cervix rechnen möchte, bezeichnet man als das „untere Segment“.

Danach hat man also an der puerperalen Gebärmutter drei Abschnitte zu unterscheiden:

1. das Corpus uteri, entfaltet in der Schwangerschsft, sich contrahirend unter der Geburt, zusammengezogen nach derselben;
2. das untere Segment, ebenfalls entfaltet vor, dagegen schlaff und gedehnt nach der Geburt und also wohl auch ohne Contraction während derselben;
3. den Rest des Cervix, einen geschlossenen Canal bis zum Wehenbeginn, ohne Betheiligung an der Contraction.

Ueber die Enstehung des unteren Segmentes gehen noch heute die Ansichten der Geburtshelfer auseinander. Nach MÜLLER, SCHROEDER, HOFMEIER u. A. gehört es genetisch zum Corpus; nach BANDL, KÜSTNER, BAYER dagegen entsteht es aus dem oberen Theil des Cervix.

Schon für die Entscheidung dieser Controverse lag es nahe, die Vertheilung der Uterina mit zu berücksichtigen.

Dies musste noch entschiedener im Hinblick auf eine davon nicht weit abliegende andere Streitfrage, die Theorie der Placenta praevia, geschehen.

Da man bei dieser Anomalie zuweilen die Placenta direct über dem geschlossenen Cervicalcanal, also am „inneren Muttermund“ inserirend fand, nahm man ohne Weiteres an, dass sie im unteren Seg-

ment sass. BAYER[1]) wies zuerst auf die grossen Bedenken hin, die einer solchen Auffassung entgegenstehen: da das untere Segment nach der Geburt stets paralytisch erschlafft ist, so lägen im fraglichen Falle Verhältnisse vor, wie sonst bei absoluter, andauernder Atonie des Uterus, bei „Paralyse der Placentarstelle“, d. h. es müsste sich jede Wöchnerin nach Placenta praeria verbluten. Bekanntlich ist dies die Ausnahme, und deshalb nahm BAYER an, dass in den Fällen, in welchen im Geburtsbeginne die Placenta rings auf dem „inneren Muttermund“ festsass, und doch der Verblutungstod nicht eintrat, der Cervix nicht entfaltet, d. h. das untere Segment nicht gebildet war, mit anderen Worten: dass in den günstig endenden Fällen die Placenta stets nur auf Corpuswandung, nicht aber — oder doch nur mit einem kleinen, unbedeutenden Lappen — auf den contractionsunfähigen Wandungen eines eigentlichen unteren Segmentes inserirt.

Dieser Behauptung glaubte HOFMEIER[2]) durch eine nähere Untersuchung der Gefässvertheilung am Uterus begegnen zu können:

Er fand an Injectionspräparaten bei schwangern, kreissenden und puerperalen Uteris, „von kleinen Modificationen abgesehen stets ganz dasselbe Verhalten dieser Arterie“. „Sie schickt einen starken Zweig an den untersten Theil des Cervix und die oberen Theile der Scheide. Dann verläuft sie höchstens unter Abgabe einiger unbedeutenden Äste ziemlich frei und giebt erst in der Höhe des Contractionsringes den ersten grösseren Zweig zum Uterus ab. Unter diesen Umständen kann trotz der mangelhaften Contractionsfähigkeit des untern Segments bei Gegenwart der Placentarstelle in demselben die Blutstillung dadurch zu Stande kommen, dass bei Contraction des eigentlichen Uteruskörpers durch Verlagerung und Compression der Gefässe hier eine sehr bedeutende Beschränkung der Circulation statthat.“

Dieses Resultat ist ein sehr auffallendes. Ich habe deshalb unter gütiger Unterstützung von Seiten des Herrn Professor SCHWALBE im Strassburger anatomischen Institut eine Nachprüfung unternommen, über deren Ergebnisse im Folgenden berichtet werden soll.

Von vornherein will ich bemerken, dass meine Untersuchungen mit den HOFMEIER'schen schlechterdings nicht in Einklang zu bringen sind.

Die Praeparate, die ich der Güte der Herren FREUND, von RECKLINGHAUSEN und SCHWALBE verdanke, wurden frisch injicirt und während der Dauer der Präparation in Spiritus aufbewahrt. Die Arterien sind soweit aus der Uterussubstanz herauspräparirt, als dies möglich war, ohne sie aus ihrer natürlichen Lage zu entfernen. Es wurde sodann der Uterus mit Arterien gezeichnet und durch einen Frontalschnitt in ganzer Länge geöffnet. Das so gewonnene Bild der

[1]) Verhandl. der deutschen Gesellsch. f. Gynaekologie in München 1886.
[2]) BENCKISER und HOFMEIER, d. schwang. u. kreis. Uterus. 1887.

Uterushöhle ist in jeder Abbildung durch eine punktirte Linie angedeutet und auf diese Weise das Verhältniss der Arterien zu den einzelnen Abschnitten der Gebärmutter am übersichtlichsten zu erkennen.

A. Die Art. uterina am nicht graviden Uterus.

I.

Fig 1. Uterus mit Arterien von der vorderen Seite, Fig. 2, von der hinteren Seite gesehen, in natürlicher Grösse.

Äste der rechten Art. uterina:

Eine stärkere Arterie geht an den unteren Theil des Cervix und die vordere Scheidenwand. Dicht unterhalb des inneren Muttermundes entspringen vier Arterien, um sich an die obere Partie des Cervix zu begeben. In der Höhe des inneren Muttermundes finden sich zwei weitere Gefässe, und von da nach aufwärts sieben Zweige der Uterina, die zum Corpus ziehen.

Äste der linken Art. uterina:

Hier sehen wir zuerst zwei Scheidenarterien, beide nach der Vorderseite.

Die untere, vielverästelt, entsendet einen Zweig an die vordere Wand des Cervix. Ausserdem sind noch fünf Cervicalarterien vorhanden. Acht Äste der Uterina versorgen den eigentlichen Uteruskörper.

II.

Uterus mit rechter Art. uterina. Fig. 3 von der vorderen, Fig. 4 von der hintern Seite gezeichnet, natürliche Grösse. Wegen linksseitiger Parametritis war die linke Uterina nicht zu injiciren.

Die Verhältnisse sind hier fast genau dieselben wie bei der rechten Art. uterina des ersten Falles. Ein starker Ast für den untern Theil des Cervix und oberen der Scheide, vier Cervicalarterien noch unterhalb des inneren Muttermunds, acht Corpuszweige.

Auf Fig. 4 sieht man die Anastamose mit der Art. spermatica interna.

III.

Fig. 5 zeigt den Uterus mit linker Tube und Ovarium, letzteres im Beginn cystischer Degeneration; am Ostium abdom. tubae eine gestielte Hydatide. Ansicht von vorn.

Rechte Art. uterina.

Neben einer in viele Zweige gespaltenen, starken Art. cervicalis finden sich zwei weitere Cervixarterien. In der Höhe des inneren Muttermundes theilt sich die Uterina in zwei gleich starke Aeste, von denen der rückwärts gelegene hauptsächlich die Anastomose mit der Sperm. int. übernimmt, der vordere sich im Uteruskörper verzweigt.

Ungefähr ebenso verhält sich die linke Art. uterina. Aus einem kurzen gemeinsamen Stamme entspringen drei Cervicalarterien. Ausserdem giebt die Uterina noch zwei Aeste an den Cervix ab, von denen der obere den inneren Muttermund überschreitet. Nachdem oberhalb des innern Muttermundes vier Zweige in das Corpus uteri eingedrungen sind, theilt sich auch auf dieser Seite die Uterina in zwei Aeste, die, wie die gegenüberliegenden, theils den Uteruskörper versorgen, theils mit der Sperm. int. anastomosiren.

Ich habe mich auf die Präparation dieser drei Uteri beschränkt. Selbstverständlich würde man zu einem sicherern Resultate kommen, wenn man eine grössere Anzahl auf die fraglichen Punkte hin untersuchen würde. Es wäre das vom anatomischen Standpunkte aus um so mehr wünschenswerth, als die Vertheilung der Uterinarterie offenbar sehr grossen Schwankungen unterliegt. Dennoch glaubte ich, mit diesen drei, immerhin recht mühsamen und zeitraubenden Präparationen abschliessen zu können, weil diejenige Frage, welche für den Geburtshelfer vorwiegend von Interesse ist, durch alle drei Präparate in gleicher Weise klar beantwortet wurde.

Anfangs hatte ich den Gedanken, dass es vielleicht möglich sein würde, die gleichen Aeste der Uterina am nicht graviden, graviden und puerperalen Uterus in Bezug auf ihre Lage zum inneren Muttermund, Contractionsring u. s. w. zu verfolgen und dadurch auch von dieser Seite her weitere Kriterien für die Entscheidung der Cervixfrage zu gewinnen. Dies ist nun freilich nicht möglich gewesen, da eben hierfür die Befunde nicht genügend übereinstimmten. Was sich aber mit Sicherheit ergab, das ist, dass der Cervix des nicht graviden Uterus eine relativ grosse Anzahl von Arterienzweigen erhält, in dem ersten Falle z. B. links sechs, rechts fünf gegen acht resp. neun im Corpus. Es ist dies ein Verhältniss, das sehr auffallend mit den Befunden contrastirt, die ich am graviden und puerperalen Organ erhielt. Hier war, wie es sich in den folgenden Beschreibungen finden wird, der Cervix von ungleich weniger Gefässen versorgt. Vergleichen wir diese verschiedenen Präparate mit einander, so können wir uns dem Eindruck nicht entziehen, dass ein Theil der dem nicht graviden Cervix zukommenden Arterienäste in der Schwangerschaft an entfaltete Wandungsabschnitte herantritt, mit anderen Worten, dass auch die Verhältnisse der Arterienvertheilung für eine Entfaltung des Cervix in der Schwangerschaft sprechen.

B. Die Art. uterina eines graviden Uterus.

IV.

Uterus gravidus, mens. VIII, siebente Schwangerschaft. Tod an Pneumonie. Fötus und Fruchtwasser wurden erst nach vollendeter Präparation und Zeichnung durch eine Schnittöffnung am Fundus entfernt. Placentarstelle rechts oben im Fundus. Cervix 4,6 cm lang, auffallend schmal. Fig. 6 von vorn, Fig. 7 von hinten gesehen, in halber natürlicher Grösse.

Zwei resp. drei starke Aa. vaginales jederseits entspringen links aus der Art. hypogastrica, recht aus der Uterina. Zwei schwächere Scheidenarterien verlassen rechts in der Höhe des äusseren Muttermundes die Uterina. An der entsprechenden Stelle links zeigt sich eine Arterie für den obersten Abschnitt der Scheide und Cervix. Letzterer wird weiterhin versorgt links von zwei kleineren, rechts von einem grösseren, sich mehrfach theilenden Cervicalgefäss. Der Uteruskörper wird umfasst von einem Netz vielfach untereinander anastomosirender Arterien, über deren Anordnung ein Blick auf die Zeichnungen genügend orientirt. — Unmittelbar oberhalb des innern Muttermundes gehen rechts zwei Arterien in die Substanz des Uterus und gleich etwas höher oben zwei ansehnliche Aeste, die hinter denen des Corpus nicht zurückstehen, und von denen besonders die hintere durch ihre Stärke auffällt. In derselben Höhe sind links vier Arterien zu constatiren, von denen die nach der hinteren Wand des Uterus hinziehenden wieder die stärkeren sind.

Dass wir es hier mit Arterienästen des untern Segments zu thun hatten, war a priori wahrscheinlich. Dennoch wurde es für nothwendig befunden, mit Sicherheit festzustellen, dass an dem vorliegenden Präparate schon ein solches unteres Segment ausgebildet war. Denn einerseits handelte es sich um einen Uterus im achten Monat der Gravidität, andererseits ist durch Bayer darauf hingewiesen worden, dass selbst am Ende der Schwangerschaft zuweilen die Ausbildung des Segments fehlt. Am graviden Organ ist nun die genaue Begrenzung dieser Zone makroskopisch nicht möglich. Die z. B. von Hofmeier fast ausschliesslich als Kriterium angenommene Stelle des Peritonialansatzes ist unzuverlässig. Dagegen lässt sich der Nachweis auf mikroskopischem Wege durch Untersuchung der Cervixmuskulatur führen. Bayer fand nämlich, dass normaler Weise die Muskelfasern des Cervix während der Schwangerschaft erheblich hypertrophiren. Nebenbei bemerkt, sieht er in dieser Hypertrophie der Muskelelemente bei im wesentlichen gleichbleibender Länge des Cervix den Haupt-

beweis dafür, dass das geschlossene Collum am Ende der Gravidität nicht mehr das ganze Collum sein kann, vielmehr ein Theil des letzteren sich zum untern Segment entfaltet haben muss. Eine geringe oder ganz fehlende Hypertrophie der Cervixmuskulatur dagegen beweist, dass das Collum nicht entfaltet, also — nach BAYER — das untere Segment nicht gebildet ist.

Diesem Gedankengange folgend, habe ich aus den verschiedenen Lagen des Cervix Muskelfasern isolirt und gemessen:

	Maxim.	Minim.	Durchschnitt.	Anzahl der gemessenen Muskelfasern.
Corpus aussen	817 μ	176 μ	398 μ	78
— Mitte	531 μ	126 μ	303 μ	65
— innen	360 μ	143 μ	237 μ	90
Cervix vorn aussen	365 μ	108 μ	196 μ	86
— — Mitte	263 μ	103 μ	145 μ	80
— — innen	183 μ	80 μ	126 μ	85
— hinten aussen	194 μ	63 μ	125 μ	81
— — Mitte	166 μ	69 μ	112 μ	87
— — innen	182 μ	51 μ	101 μ	87

Es ergab sich demnach Hypertrophie der Cervixfasern an der hintern und noch mehr an der vorderen Wand, woraus nach den oben auseinandergesetzten Anschauungen eine Entfaltung des untern Segments gefolgert werden muss. Dass das letztere aber wohl noch nicht vollkommen und in weiter Ausdehnung formirt war, müssen wir aus der noch nicht maximalen Hypertrophie der Cervixfasern gegenüber einer noch übernormalen (4,6 cm) Länge des geschlossenen Cervicalkanales schliessen.

Das Resultat der Untersuchung war also, dass die als unteres Segment anzusprechende Zone des Uterus mit direct herantretenden arteriellen Gefässen wohl versorgt erschien.

C. Die Art. uterina am puerperalen Uterus.

Entscheidend musste der Befund am puerperalen Uterus sein, denn hier ist die obere Grenze des unteren Segments durch den Contractionswulst scharf bestimmt. Leider standen mir nur zwei Präparate zur Verfügung.

V.

Uterus puerperalis einer 25jährigen. III-para. Tod an Phthisis, am 4. Tage nach rechtzeitiger spontaner Geburt. Cervix 4 cm, unteres Segment $2\frac{1}{2}$ cm lang. Placentarstelle im Fundus. Die Abbildungen zeigen in natürlicher Grösse den oberen Theil der Scheide, Cervix, unteres Uterinsegment und untersten Abschnitt des Corpus uteri, Fig. 8 von der vorderen, Fig. 9 von der hinteren Seite.

Aeste der rechten Art. uterina:

Eine starke A. vaginalis geht an die hintere Wand der Scheide, anastomosirt mit der Art. haemorrhoidalis media und erstreckt sich oben $1\frac{1}{2}$ cm weit in den Cervix. Ehe dieses Gefäss an die Scheide tritt, entspringen aus ihm in einem gemeinsamen Stamm zwei weitere Scheidenarterien, ausserdem ein Verbindungszweig mit der eigentlichen Art. uterina. Es folgt eine starke Art. cervicalis, die an der Grenze zwischen Cervix und unterem Segment sich in die Muskelsubstanz einsenkt, gabelförmig den Cervix umfasst und mit drei von ihr ausgehenden Zweigen das untere Segment versorgt. Vom Contractionsring nach aufwärts gehen dann zahlreiche Arterien in das Corpus uteri; von diesen schickt die unterste einen Zweig ins untere Segment hinab. Es fand sich hier also, sowie es Hofmeier beschrieb, ein vom Corpus ins untere Segment hinabziehender Arterienast. Da aber zugleich drei Zweige vom Cervix aus ins untere Segment hinauftraten, so kann man füglich nicht behaupten, dass letzteres seine Gefässversorgung allein vom Corpus her erhalten hätte.

Aeste der linken Art. uterina:

Auch hier verläuft eine A. vaginalis zu den Seitentheilen der Scheide, nachdem sie vorher einen Zweig zum Cervix abgegeben hat. Die A. uterina theilt sich bald darauf in zwei gleich starke Aeste, entsendet zwei Arterien in den Cervix, drei ins untere Segment. Während rechts nur eine, aber dafür um so stärkere Arterie vorhanden ist für Cervix und unteres Segment, theilen sich hier in diesen Bezirk sechs Zweige der A. uterina. Zahlreiche Corpusäste entspringen vom Contractionsring an aus der A. uterina.

VI.

Uterus puerperalis einer 31jährigen. IV-para. Im Anschluss an Gallensteinkolik Perforation der Gallenwege, Peritonitis mit Frühgeburt im 7. Monat. Tod 24 Stunden post partum. Placentarstelle im Fundus; Cervix 4 cm, unteres Segment 2,2 cm lang. Fig. 10 zeigt die Arterienverhältnisse des Falles von der vorderen Seite in halber natürlicher Grösse.

Linke Art. uterina:

Starke Vaginalarterien anastomosiren untereinander und mit denen des Cervix und versorgen Scheide sowie unteren Theil des Cervix. Es folgen zwei Cervicalgefässe, drei Arterien des unteren Segments und viele Corpusäste.

Rechts sind die Verhältnisse, wie die Abbildung zeigt, fast die gleichen.

Auch diese beiden Fälle stimmten also in keiner Weise mit den HOFMEIER'schen überein. Im Gegentheil fand sich, dass das untere Segment hier zum Theil direct, zum Theil vom Cervix aus mit arteriellem Blute gespeist wurde.

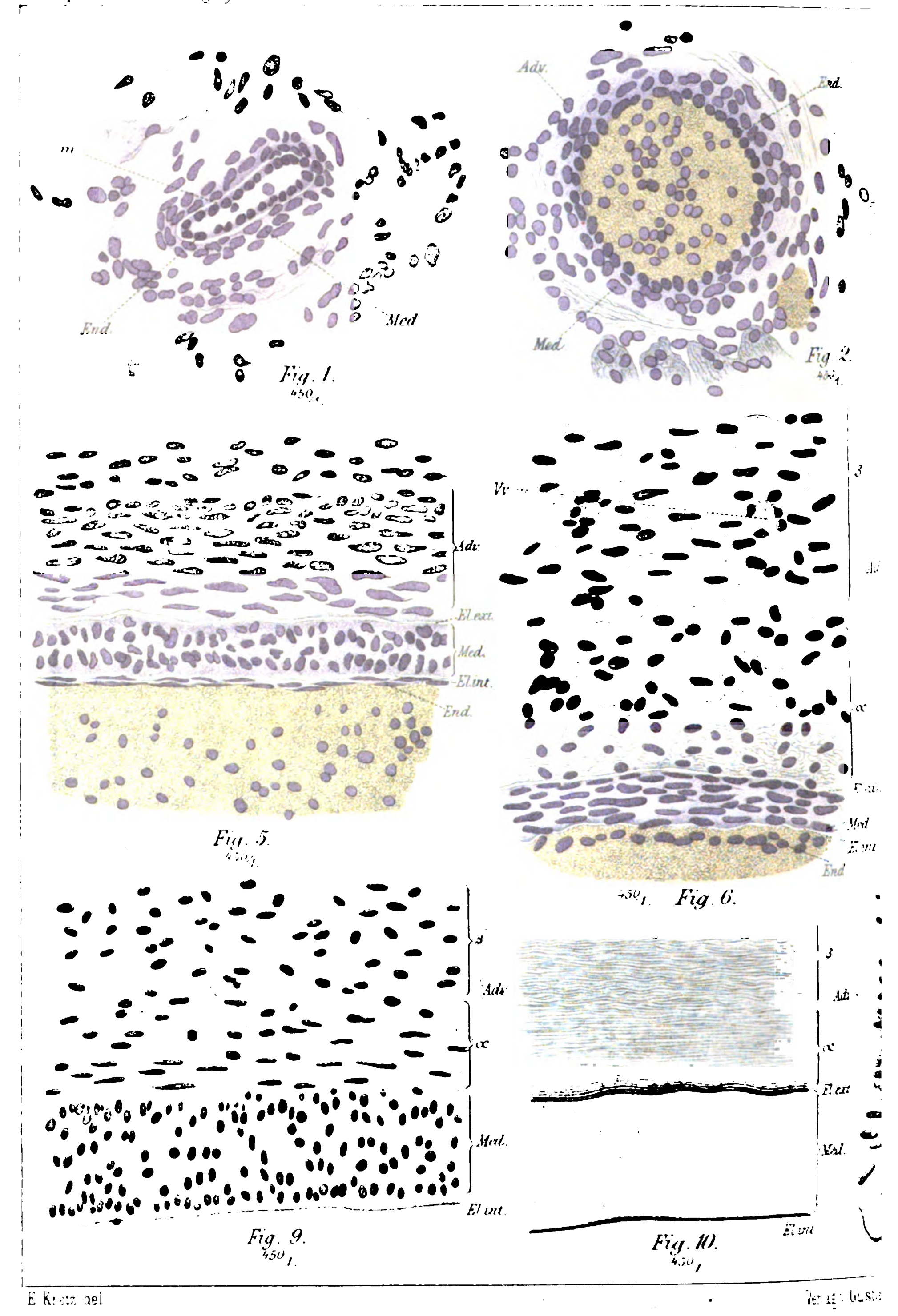
Dieses sind nun im Detail die Verhältnisse, wie sie die Präparation ergeben hat. Was aber ist das allgemeine Resultat?

1. Der Cervix des nicht graviden Uterus wird deutlich von mehr arteriellen Zweigen versorgt, als der des graviden und puerperalen Organs. Offenbar spricht auch dieser Umstand für eine Entfaltung des oberen Collumtheils in der Schwangerschaft, wenn es dafür überhaupt noch eines Beweises bedürfte.

2. Das untere Segment erhält seine Gefässe ganz ebenso direct wie das Corpus uteri. Dieser Thatsache gegenüber müssen wir es als eine ganz irrelevante, gelegentliche Erscheinung betrachten, wenn einmal ein oberhalb des Contractionsringes in den Uterus sich einsenkender Arterienzweig umbiegt und sich bis ins untere Segment hinabverfolgen lässt. Hätte dies irgend eine physiologische Bedeutung, so müsste es doch wenigstens constant sein; vor allen Dingen aber müsste es den einzigen Weg für die Blutversorgung des unteren Segments darstellen. Beides ist — das muss HOFMEIER gegenüber auf das entschiedendste betont werden — nach den hier gemachten Beobachtungen nicht der Fall.

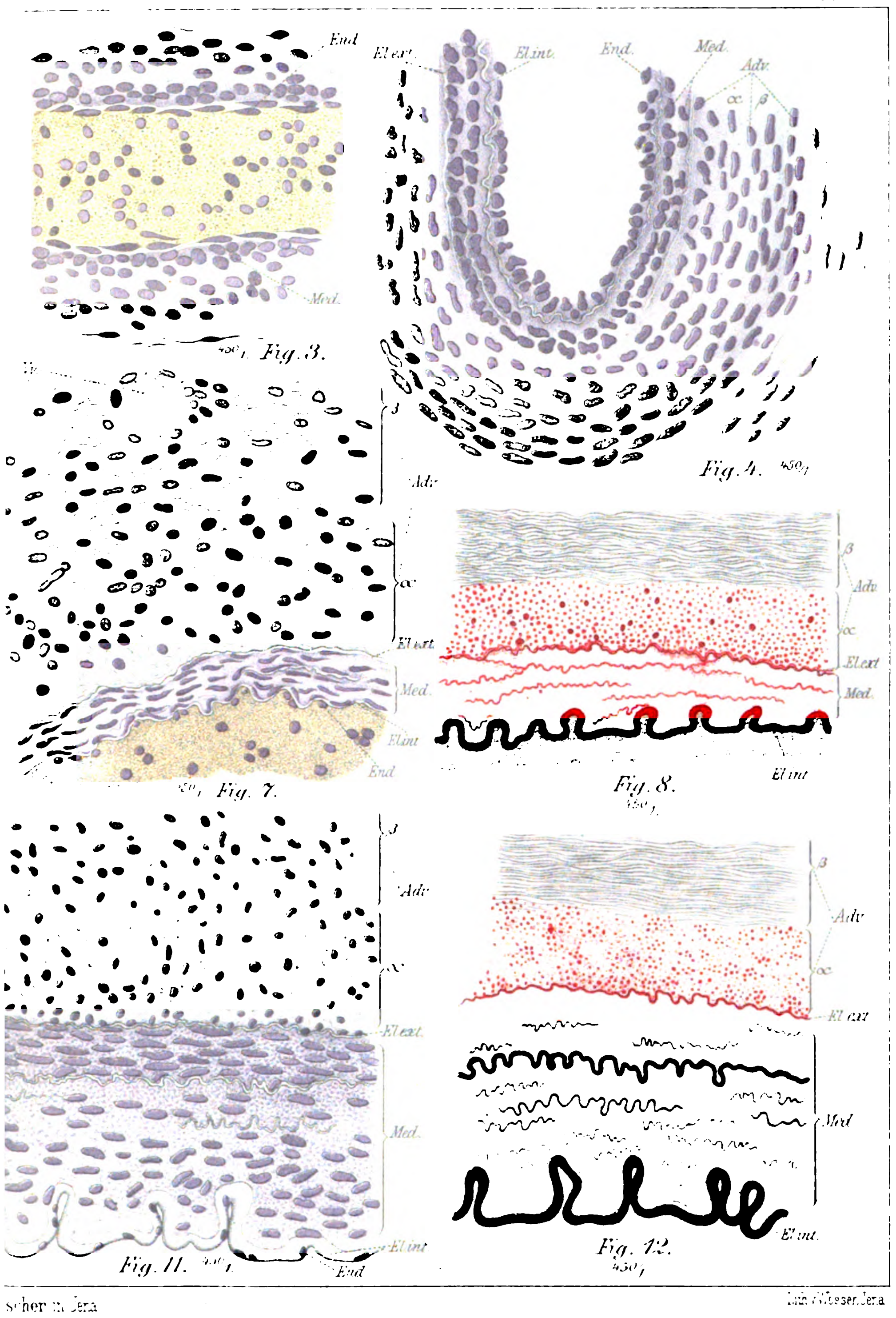
Die Figuren 1—5 u. 8, 9 wurden in natürlicher Grösse entworfen; Fig. 6, 7 u. 10 in halber natürlicher Grösse; Fig. 1—4 wurden in demselben Maassstabe wiedergegeben; Fig. 5 ist auf $^2/_3$, Fig. 6—10 auf $^1/_2$ verkleinert.

Lippert & Co. (G. Pätz'sche Buchdr.), Naumburg a. S.

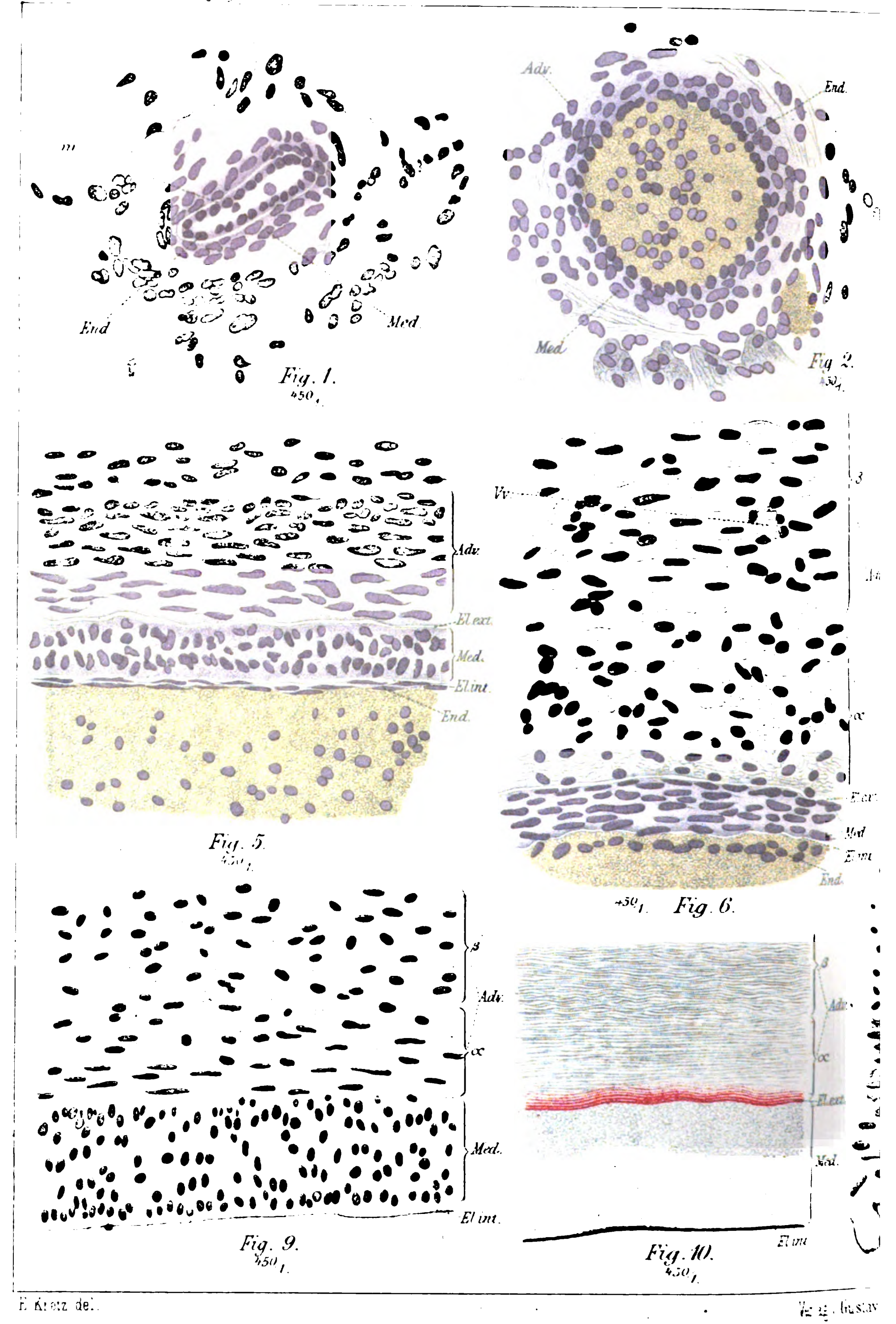


E. Kr[illegible] del.

Verlag [illegible]

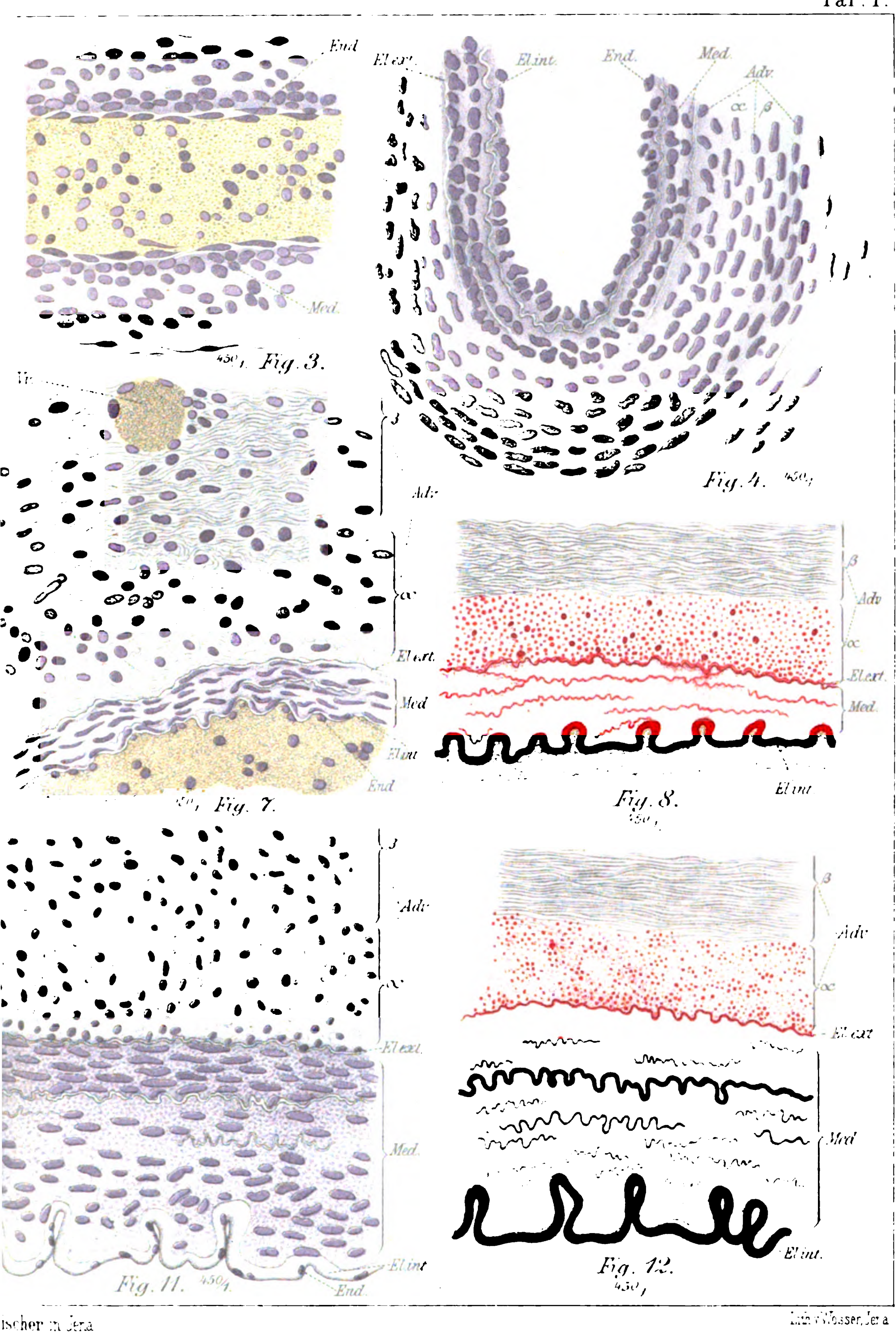


Lith. Anst. v. Giesser, Jena



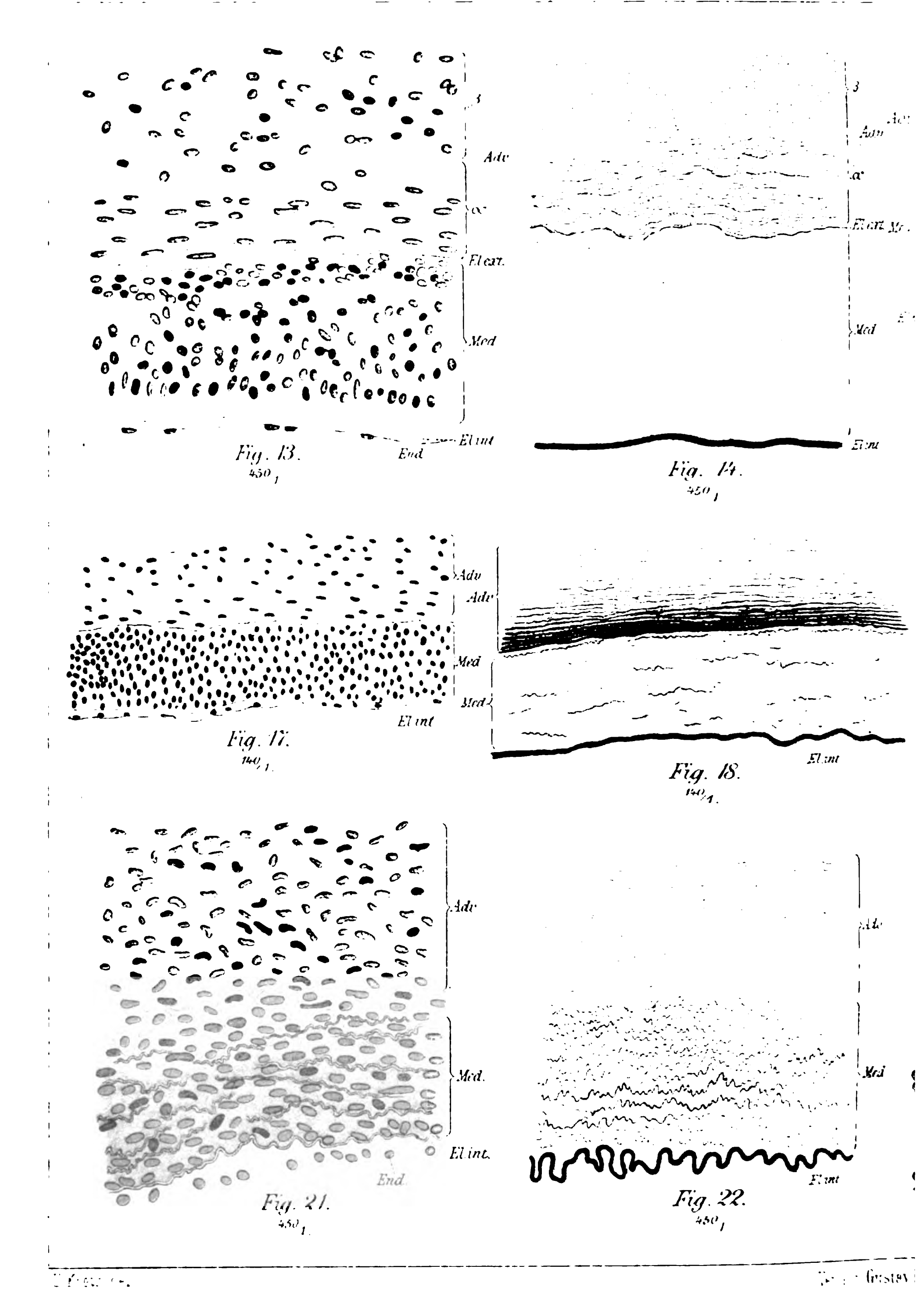
E. Kretz del.

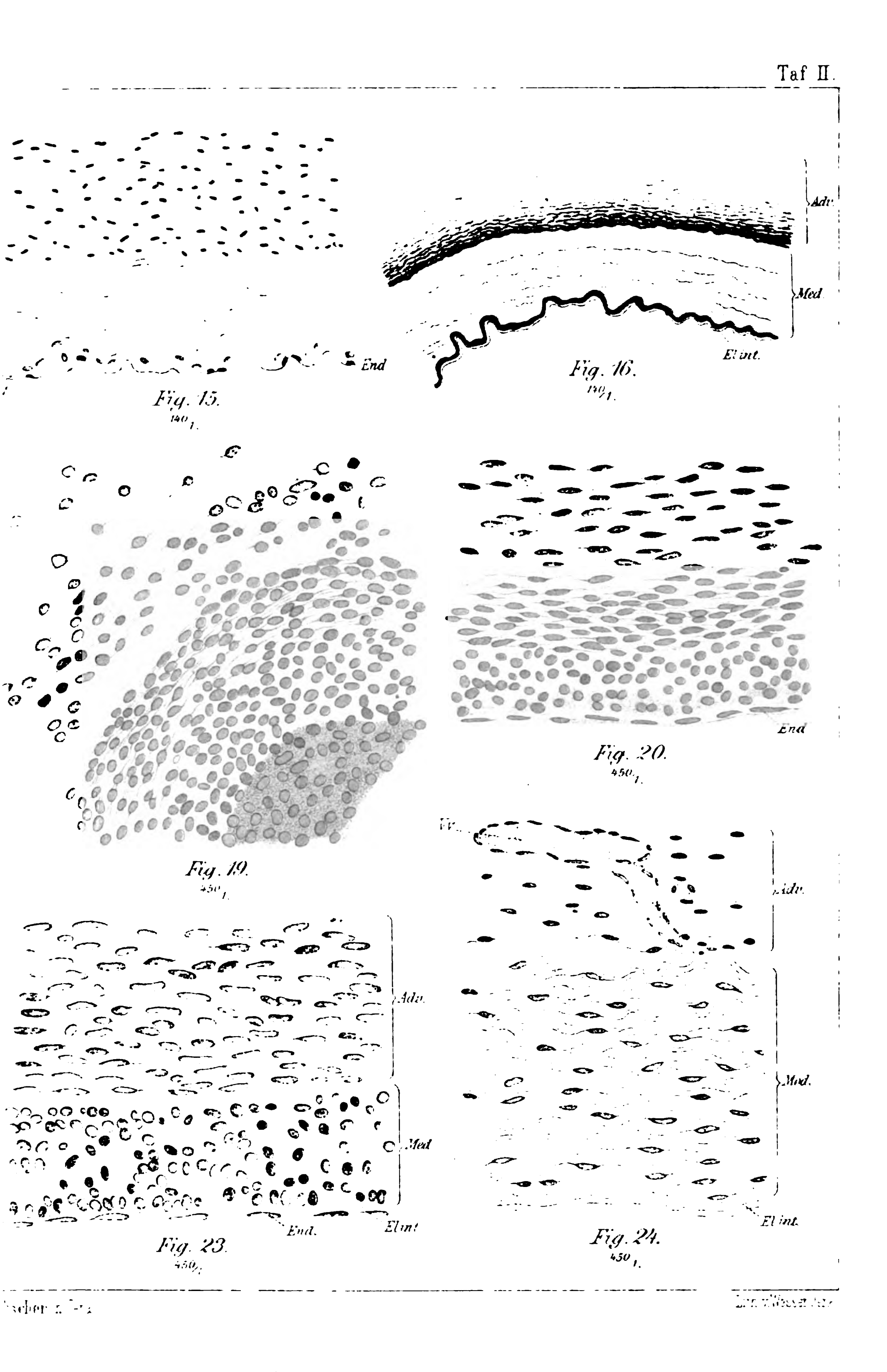
Verlag Gustav

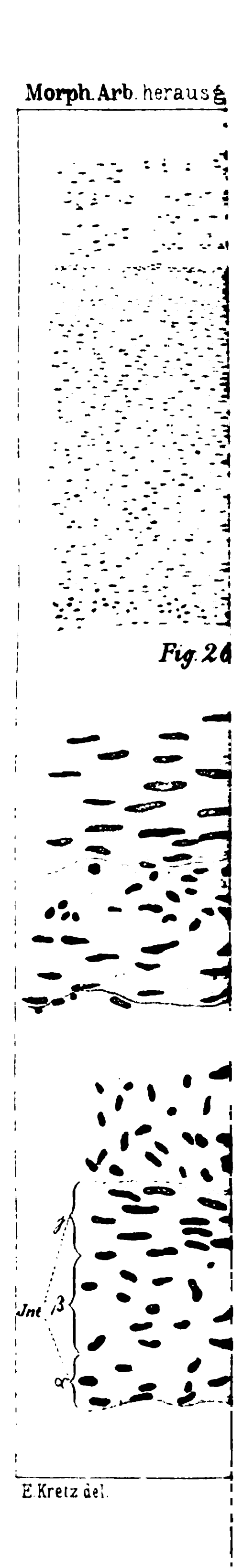


ischer in Jena

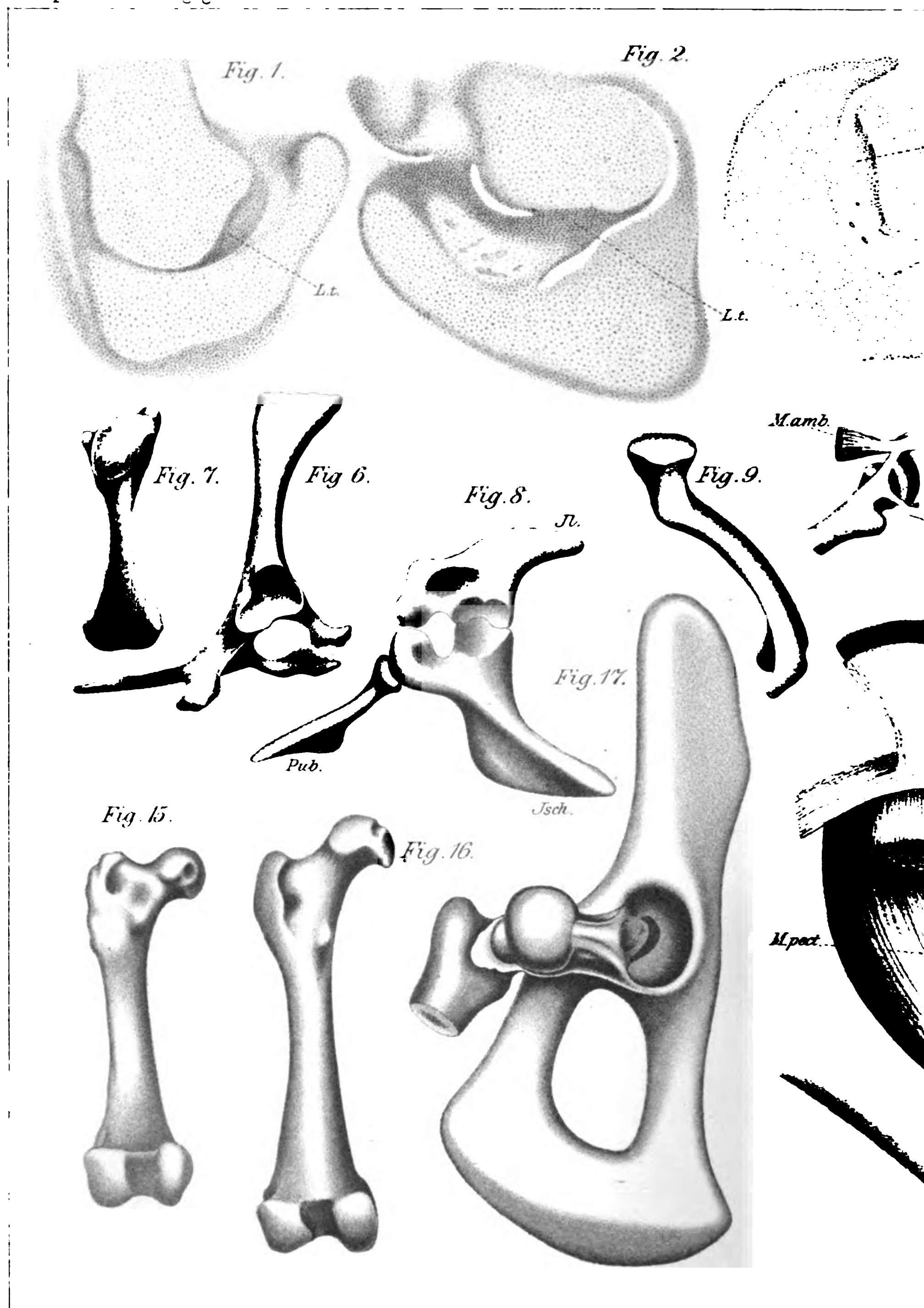
Lith. v. Giesser, Jena


Adv
α
El. ext.
Med
El. int
End
Fig. 13.
450/1
Fig. 14.
450/1
Adv
Med
El. int
Fig. 17.
140/1
Fig. 18.
140/1
Adv
Med.
El. int.
End.
Fig. 21.
450/1
Fig. 22.
450/1


End
Fig. 15.
140/1.
Adv.
Med.
El int.
Fig. 16.
140/1.
Fig. 19.
450/1.
End
Fig. 20.
450/1.
Adv.
Med.
End.
El int.
Fig. 23.
450/1.
Adv.
Med.
El int.
Fig. 24.
450/1.


Morph. Arb. herausg
Fig. 26
Int
γ
β
α
E. Kretz del.

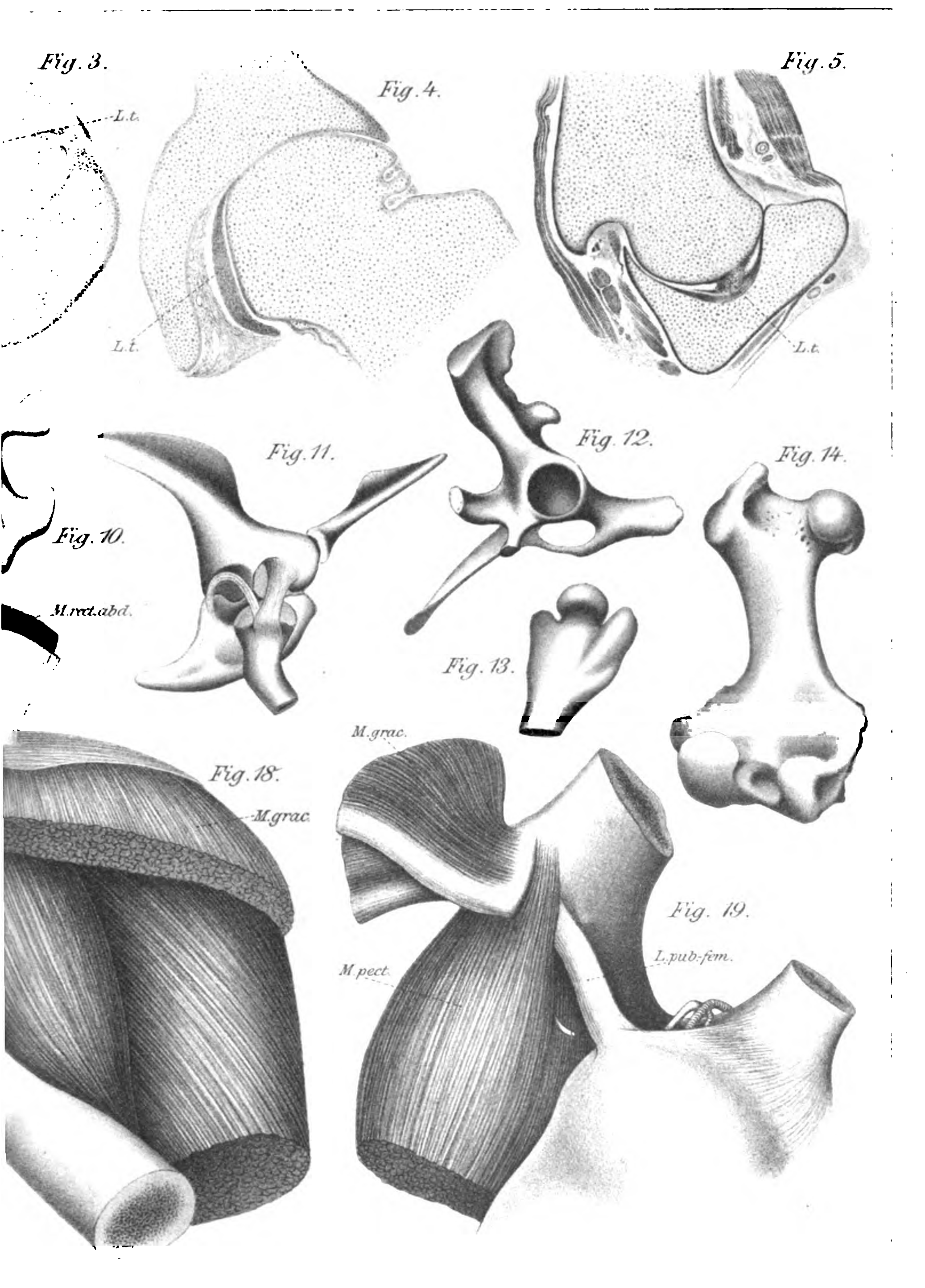
4



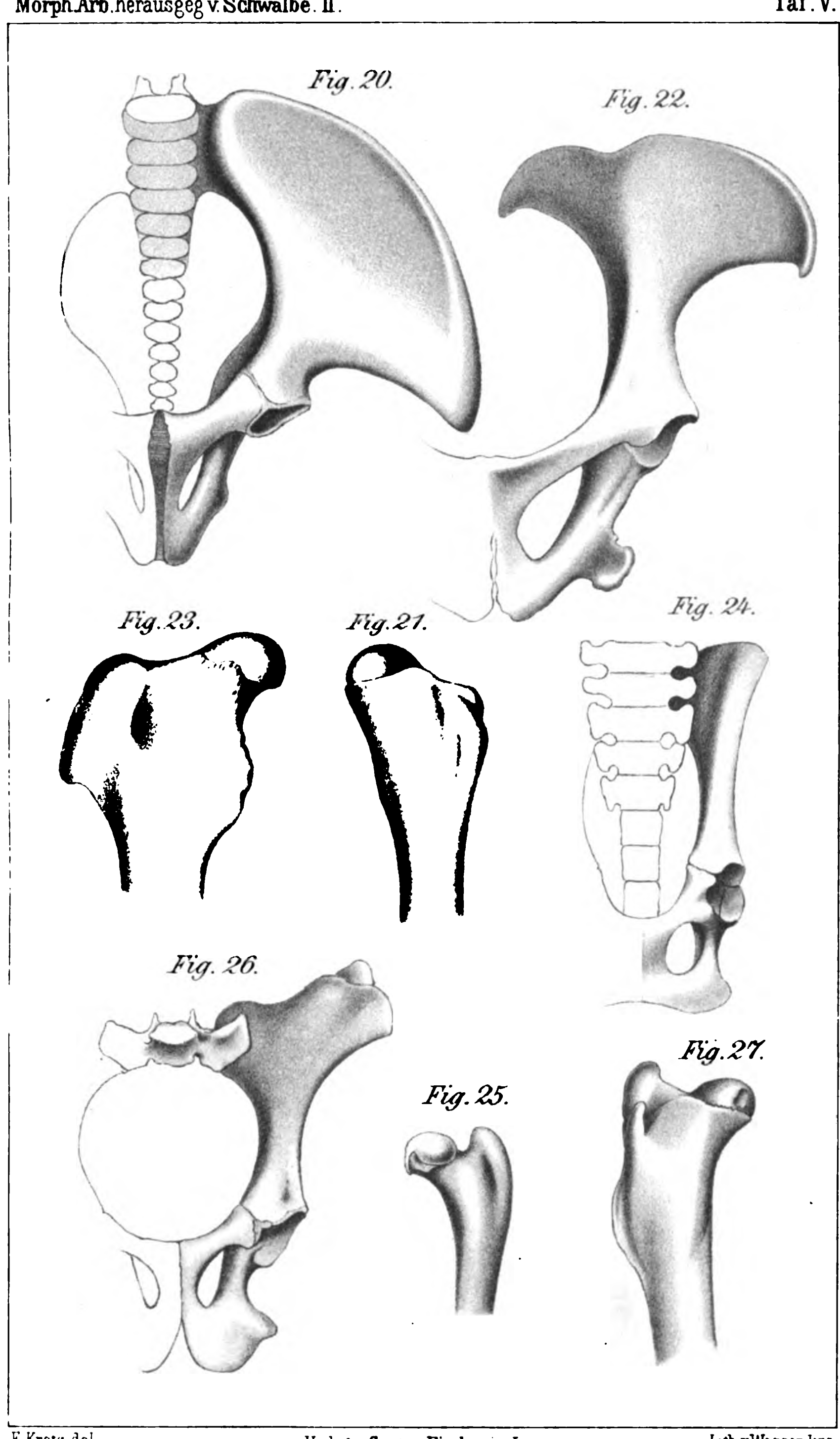
E. Kretz del.

Verlag v. Gustav

Taf. IV.



Fischer in Jena.



E. Kretz del. Verlag v. Gustav Fischer in Jena. Lith. v. Wesser, Jena



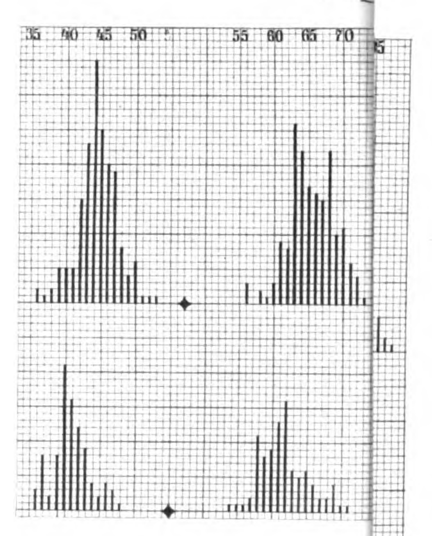


Fig. 4. Endphalangen.

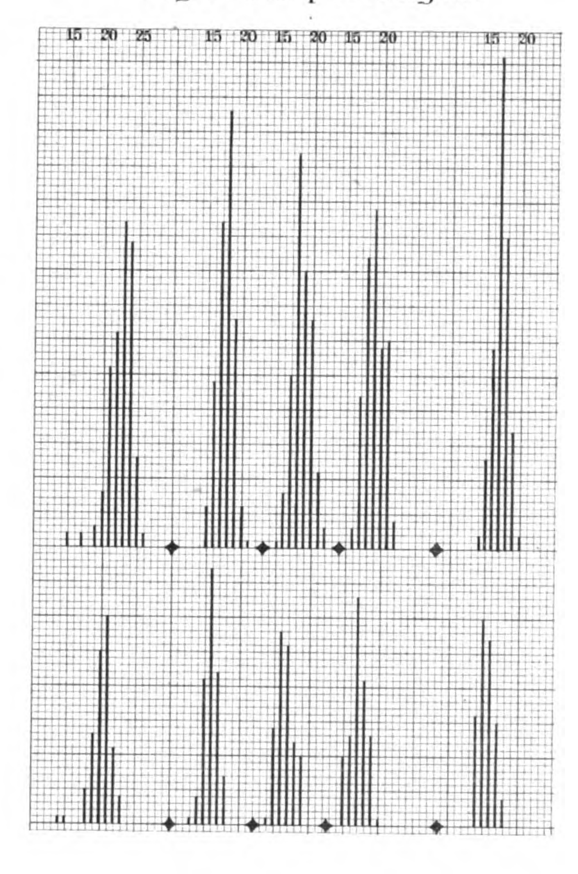
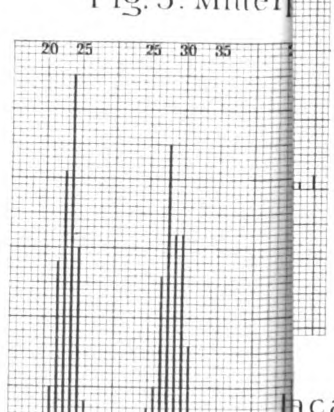
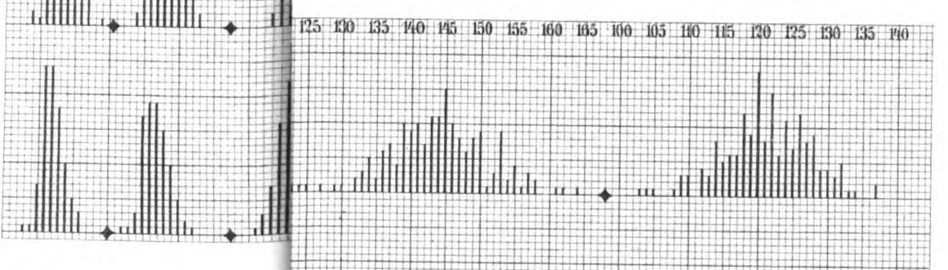


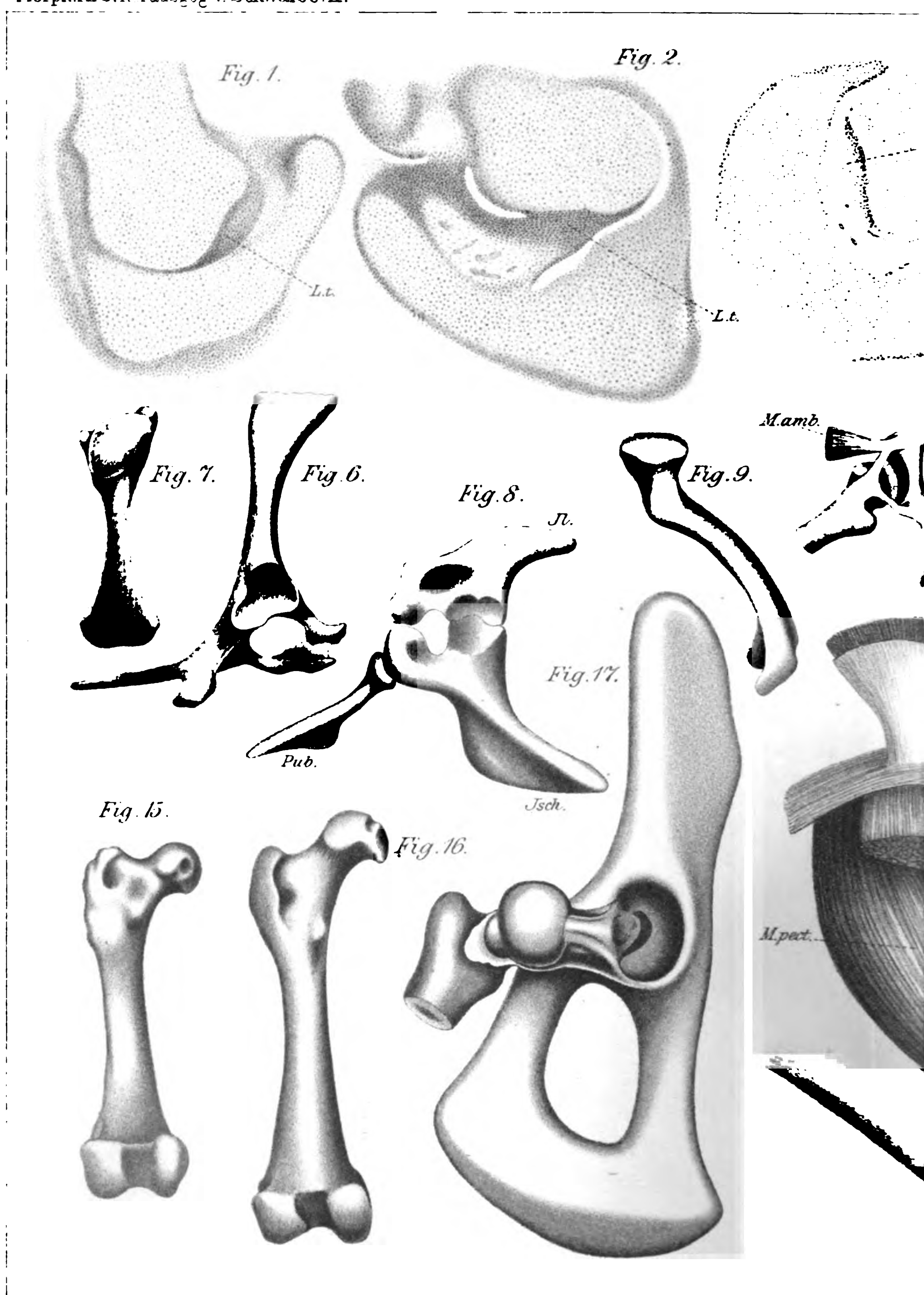
Fig. 3. Mittel[...]



[...]acarpale).

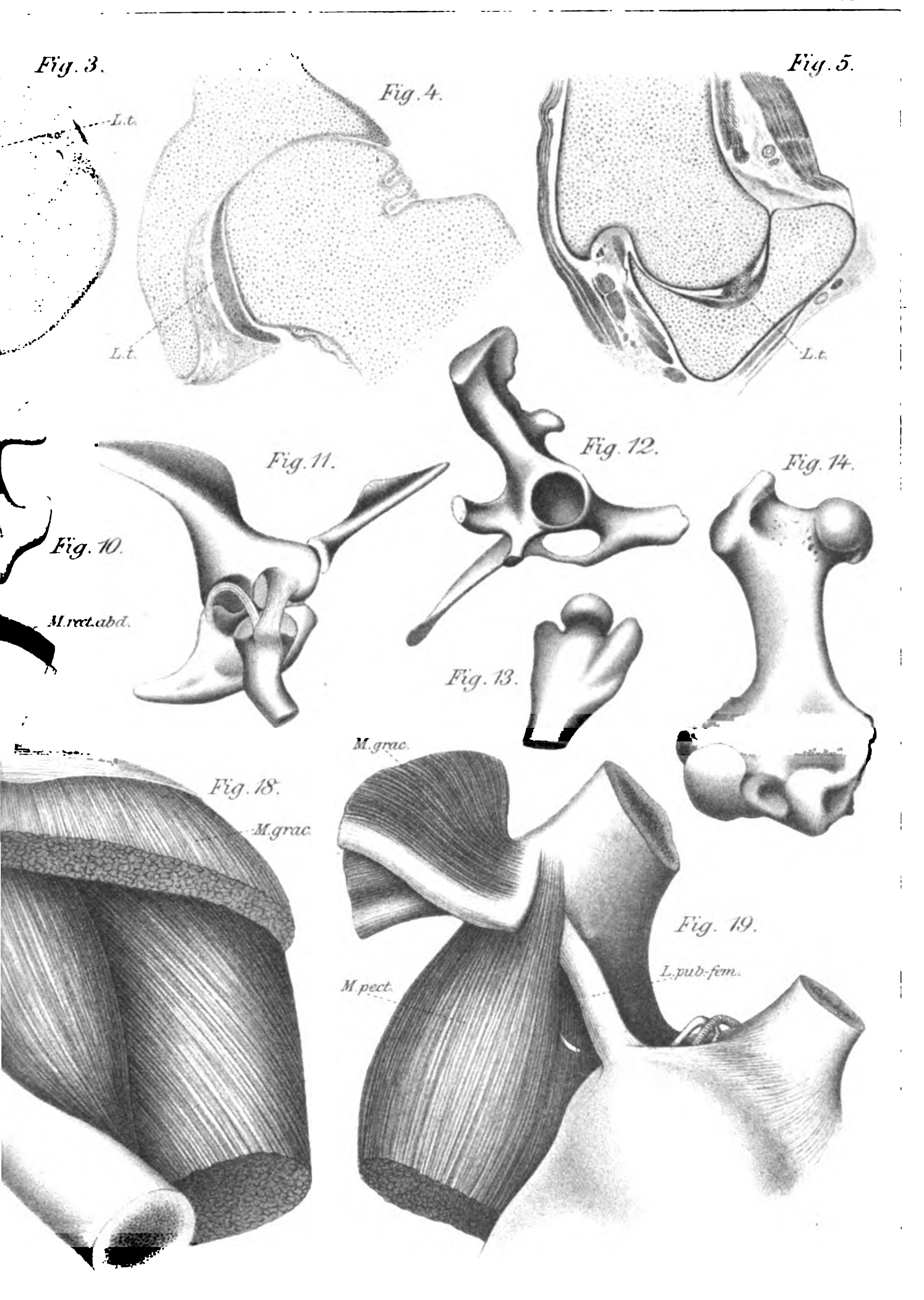


Lith. Anst. v. A. Giltsch, Jena.

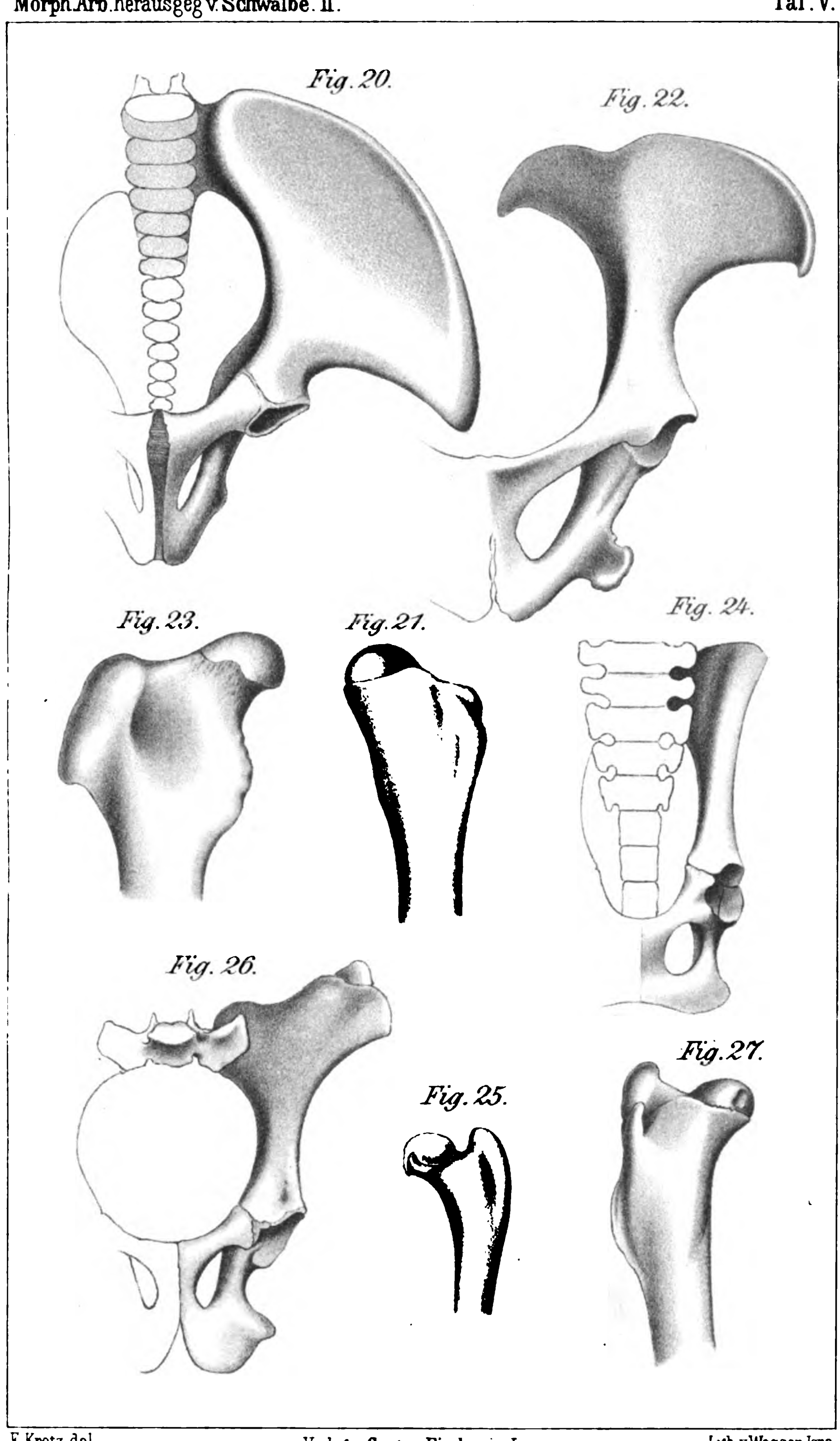


E. Kretz del.

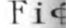
Verlag v. Gustav



Fischer in Jena.



E. Kretz del. Verlag v. Gustav Fischer in Jena. Lith. v Wesser, Jena.



Fig

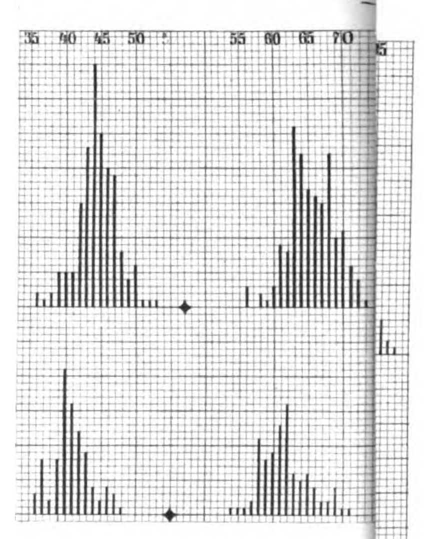


Fig. 4. Endphalangen.

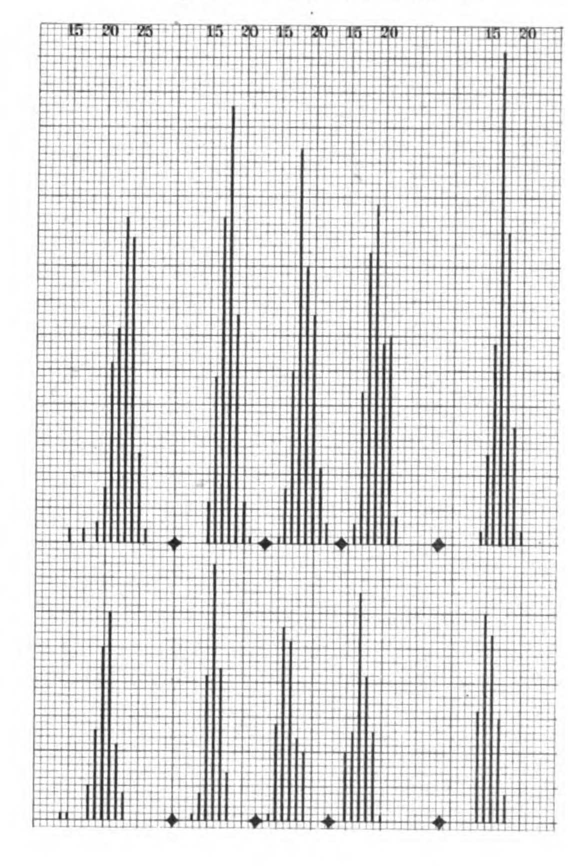
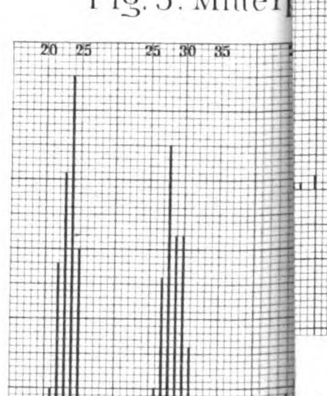
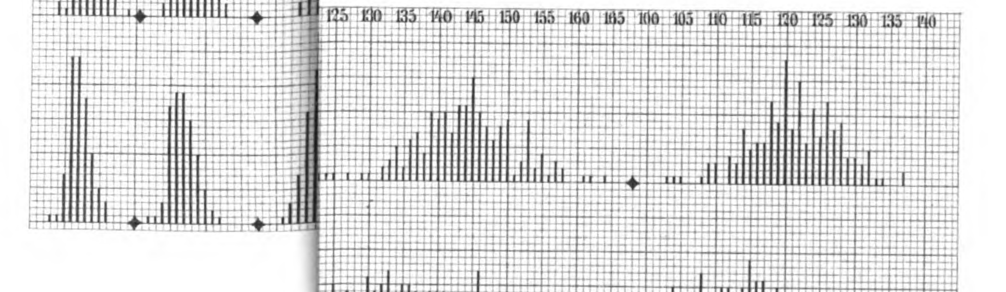


Fig. 3. Mittelp



acarpale).



Lith. Anst. v. A. Giltsch, Jena.

Fig. 7. Finger II-IV. Fig. 8. Finger III-IV.

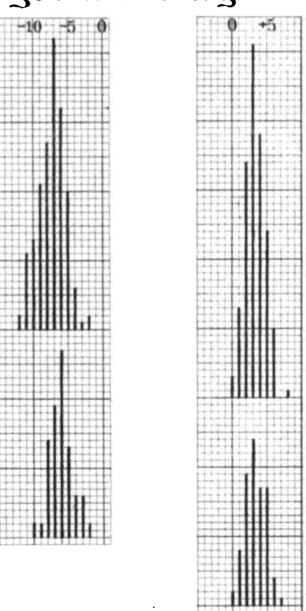


Fig. 10. Metacarpalia.
Differenz zwischen rechts u. links.

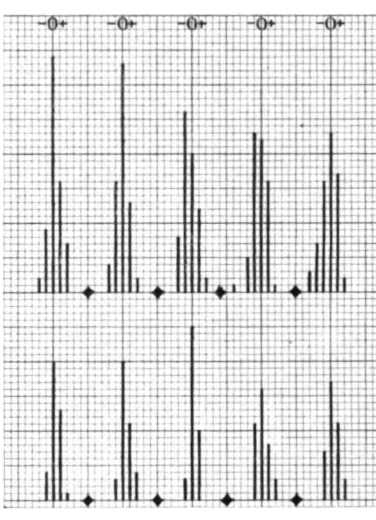


Fig. 11. Gru
Differenz zwis

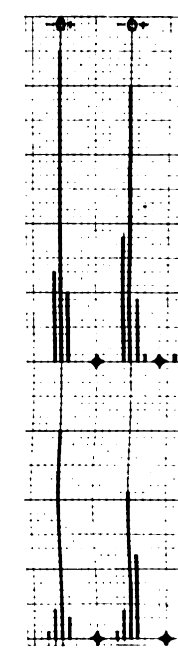


Fig. 9. Strahl II-IV.

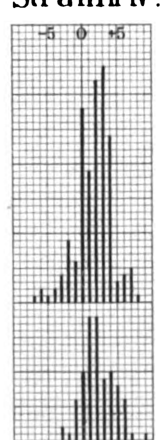


Fig. 13. Endphalangen
Differenz zwischen rechts u. links.

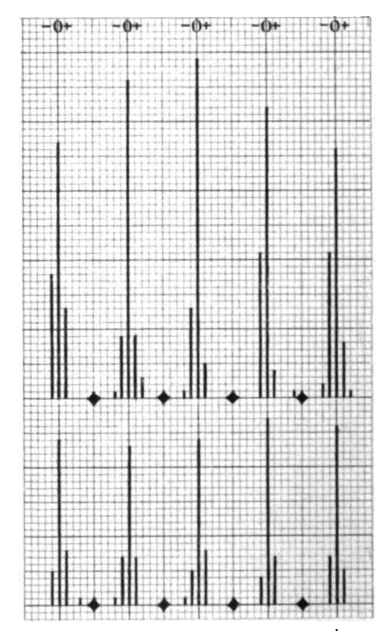


Fig. 14. Fing
Differenz zwischen re



ıdphalangen.
ıcn rechts u. links

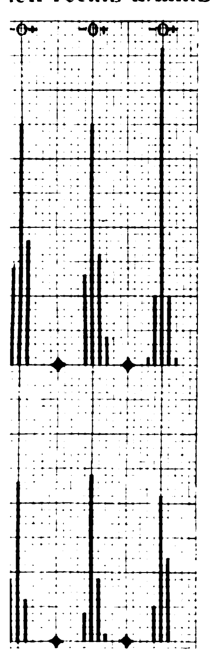
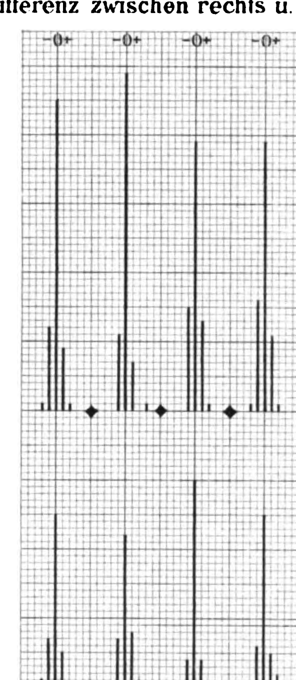


Fig. 12. Mittelphal.
Differenz zwischen rechts u. links.



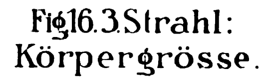
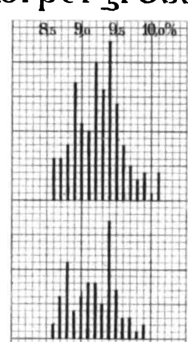
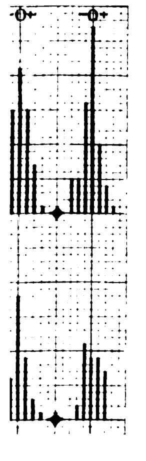


Fig. 16. 3. Strahl: Körpergrösse.



·r
·hts u. links.



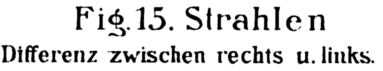


Fig. 15. Strahlen
Differenz zwischen rechts u. links.

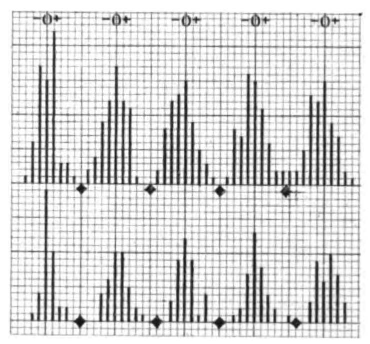


Fig. 17. 1 Strahl: 3 Strahl.

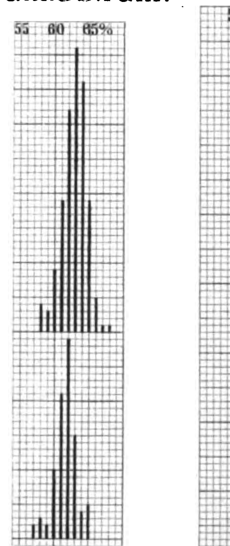


Fig. 18. 1 Finger: 3 Finger.

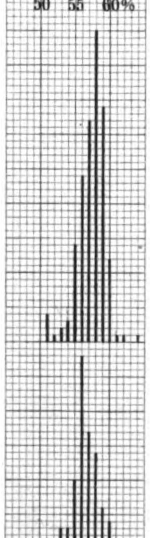


Fig. 20. Grundphalangen.

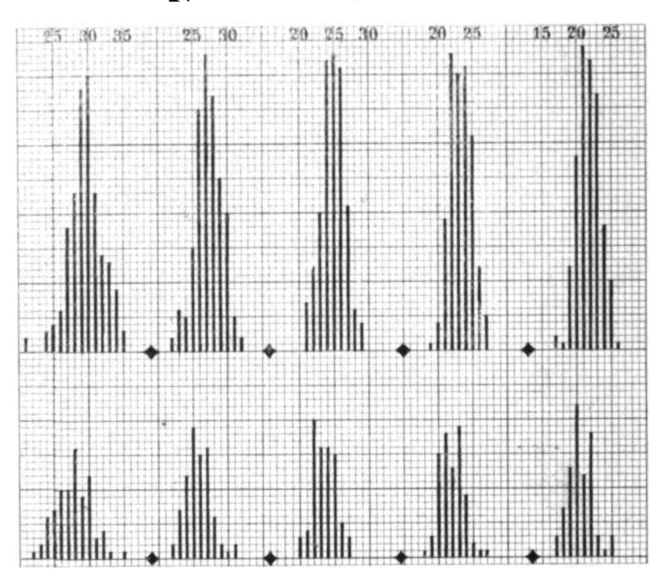


Fig. 21. Mitt

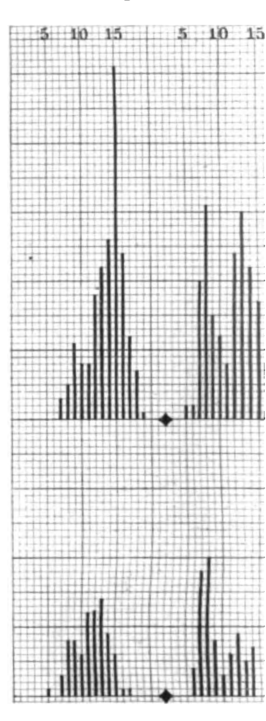


Fig. 23. Zehen.

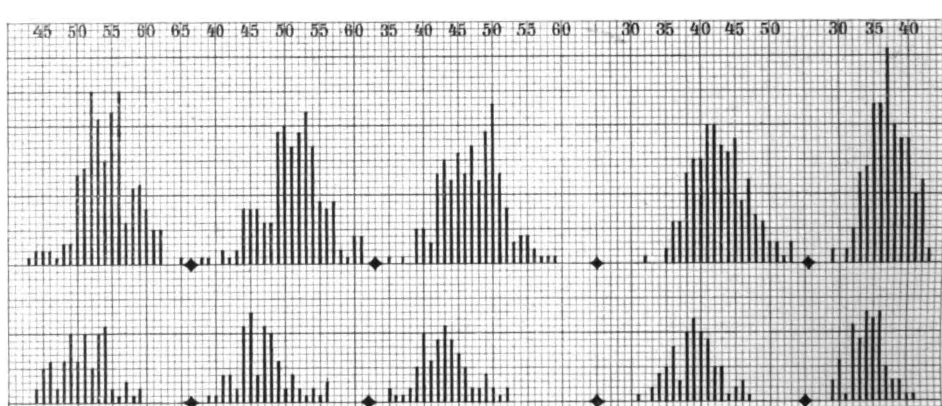
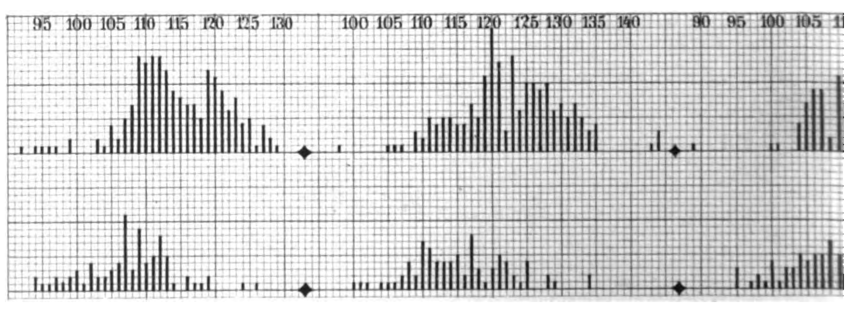


Fig. 24



Verl. v. ...



elphalangen.

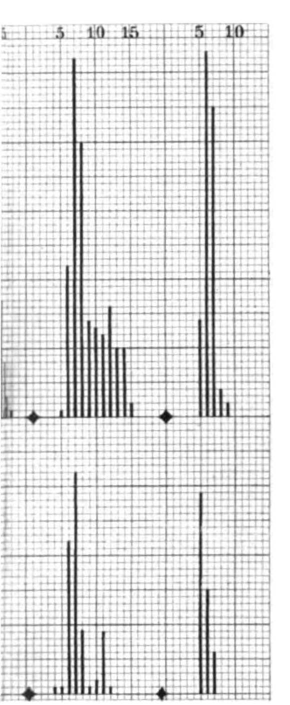


Fig. 22. Endphalangen.

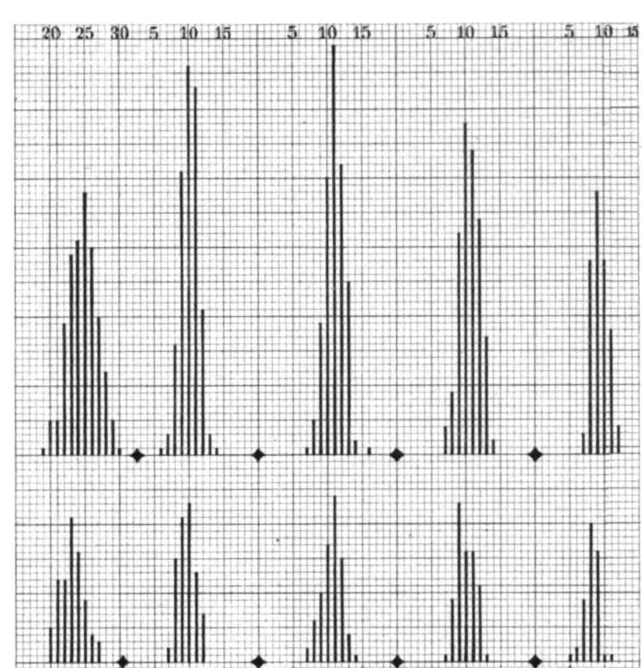
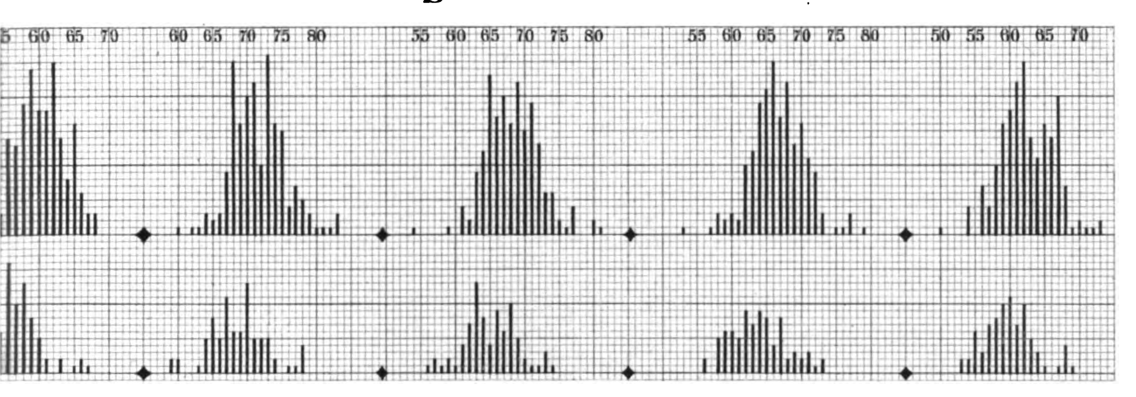
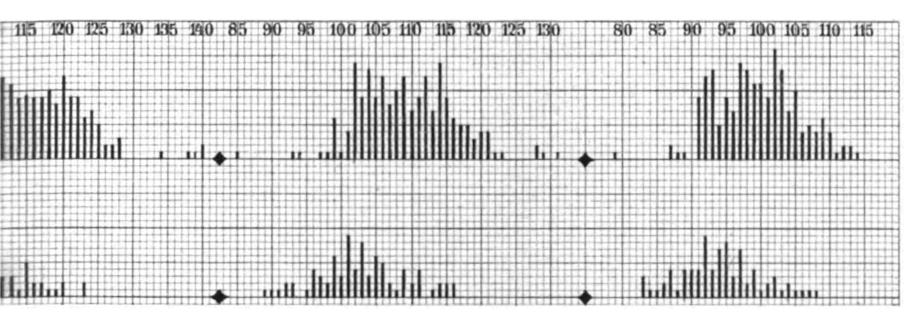


Fig. 19. Metatarsalia.



Strahlen.



v. Fischer, Jena

Fig. 25. Metatarsalia.
Differenz zwischen rechts u. links.

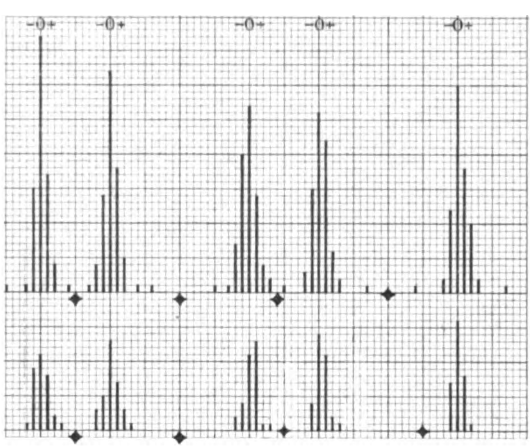


Fig. 26. Grundphalangen.
Differenz zwischen rechts u. links.

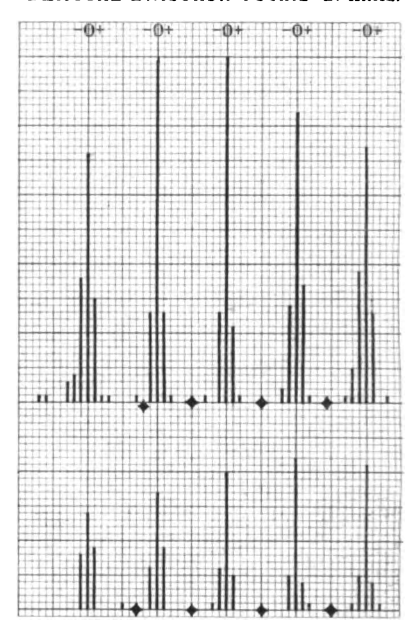


Fig. 28. Endphalangen.
Differenz zwischen rechts u. links.

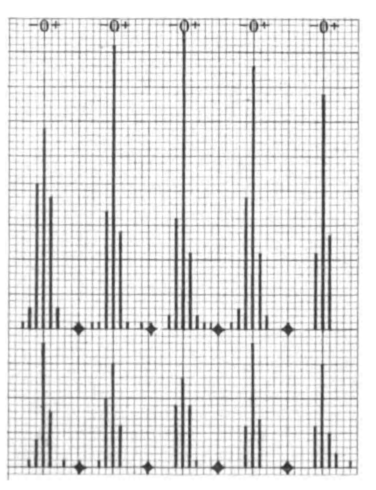


Fig. 29. Zehen.
Differenz zwischen rechts u. links.

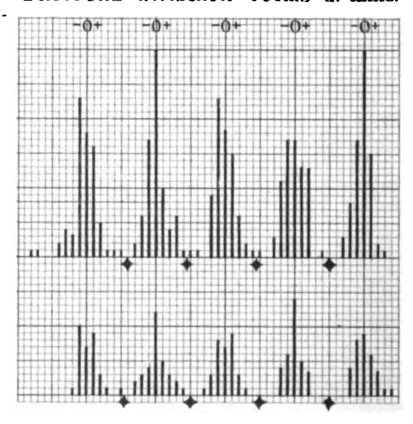


Fig. 3

Differenz z

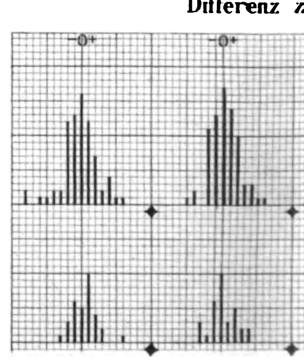
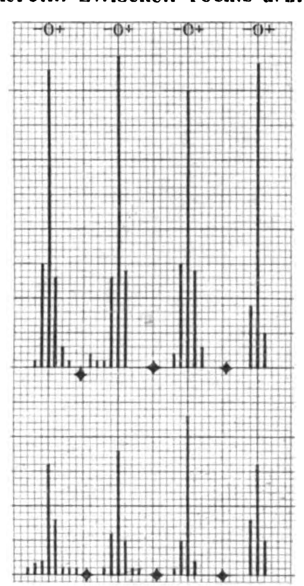


Fig. 27. Mittelphal.
Differenz zwischen rechts u. links.



0. Strahlen.
wischen rechts u. links.

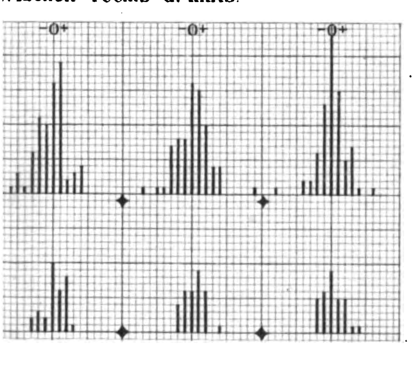
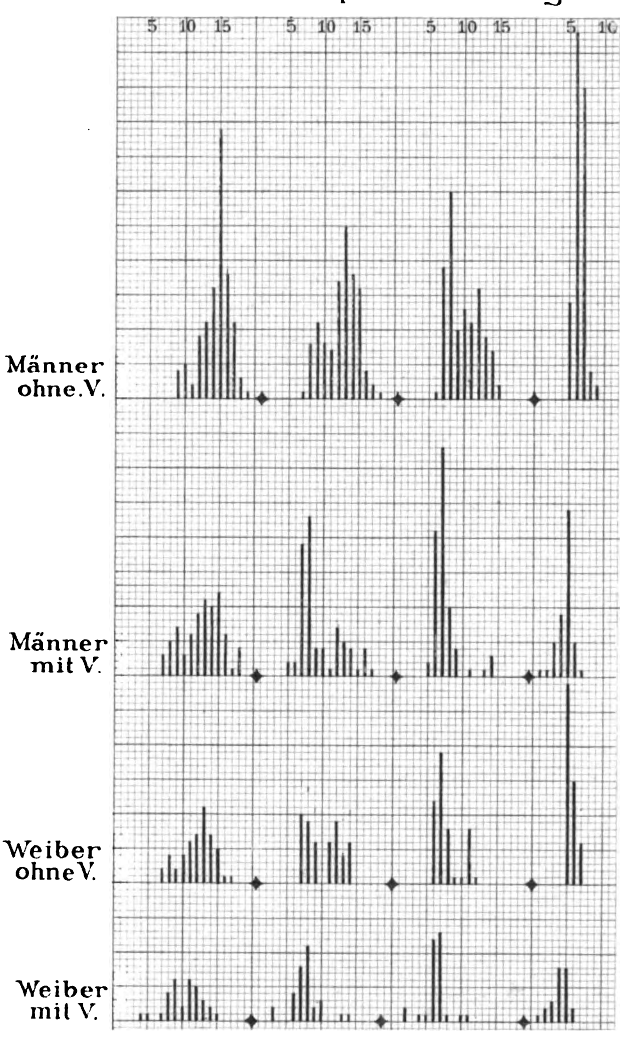


Fig. 31. Mittelphalangen.
Fälle ohne resp. mit Verschmelzung.



Lith. Anst. v. A. Giltsch Jena.

Fig. 25. Metatarsalia.
Differenz zwischen rechts u. links.

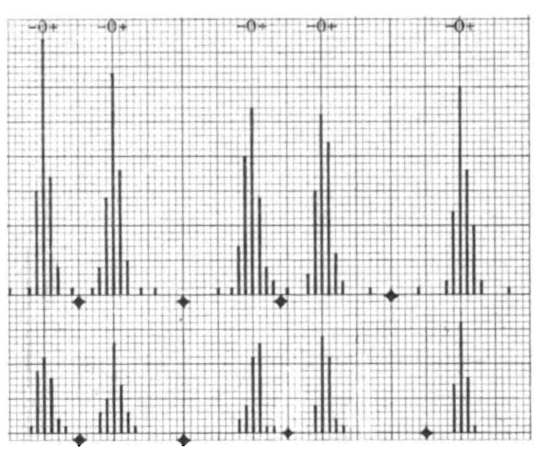


Fig. 26. Grundphalangen.
Differenz zwischen rechts u. links.

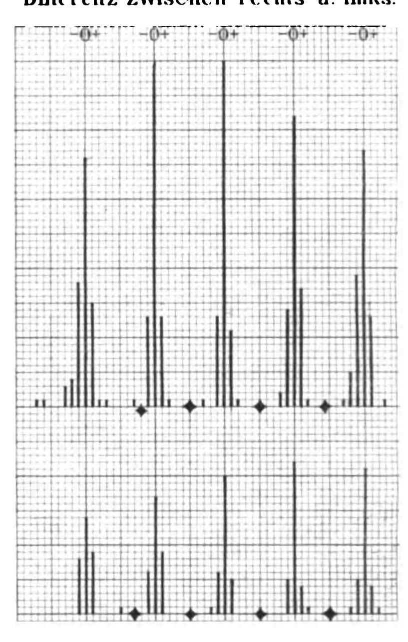


Fig. 28. Endphalangen.
Differenz zwischen rechts u. links.

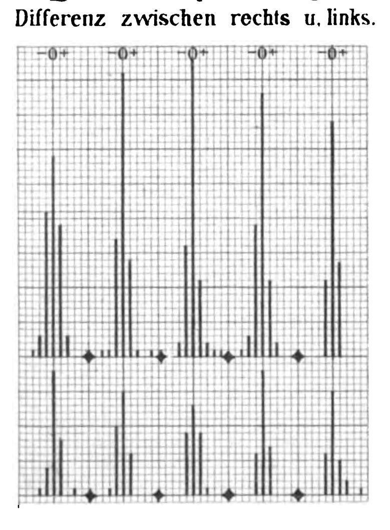


Fig. 29. Zehen.
Differenz zwischen rechts u. links.

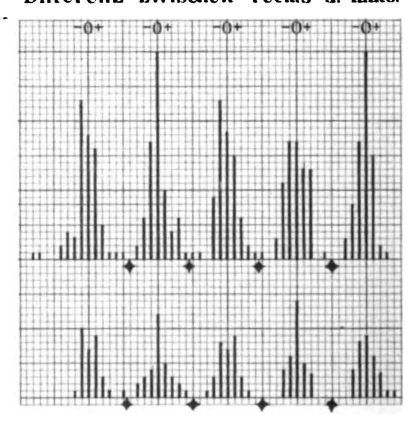


Fig. 3
Differenz z

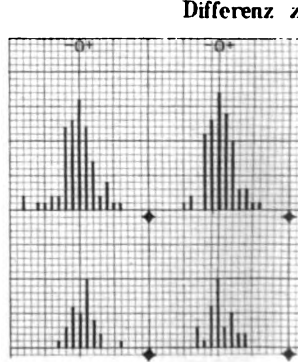
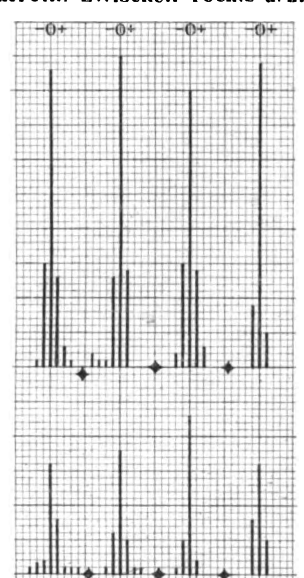


Fig. 27. Mittelphal.
Differenz zwischen rechts u. links.



). Strahlen.
vischen rechts u. links.

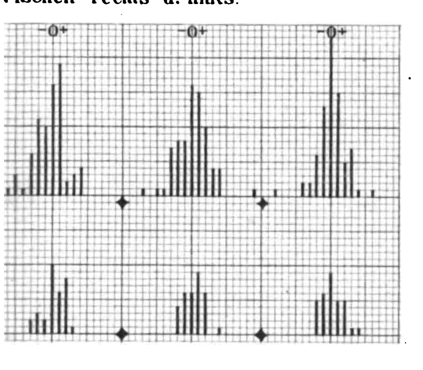
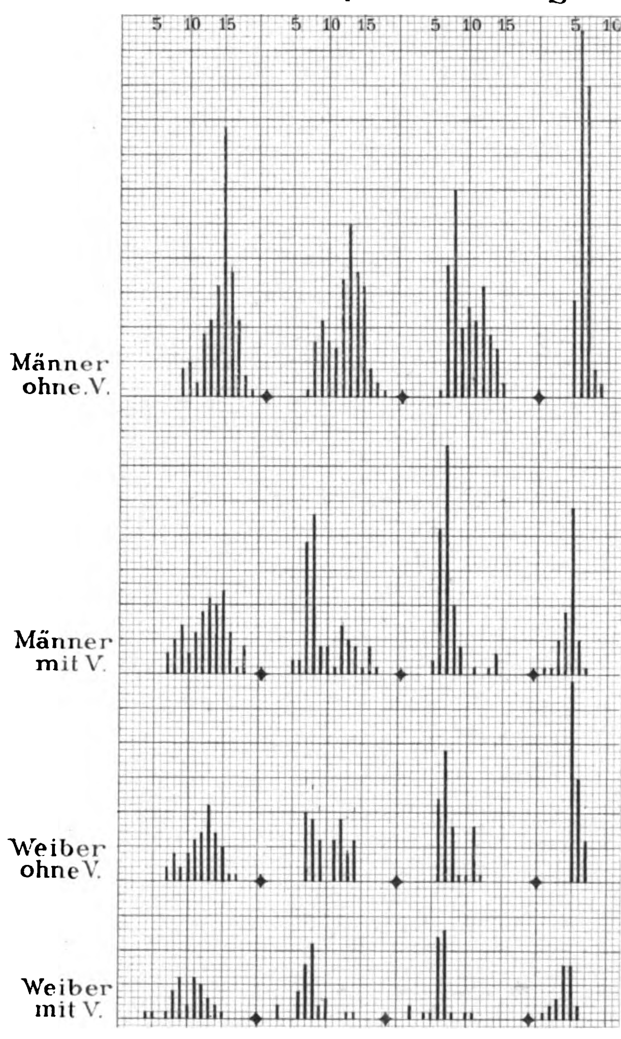


Fig. 31. Mittelphalangen.
Fälle ohne resp. mit Verschmelzung.



...scher-Jena.
Lith. Anst. v. A. Giltsch, Jena.

10

Fig. 32. Körpergrössen.

135 140 145 150 155 160 165 170 175 180 185

blonde Männer

brünette Männer

Männer

blonde Weiber

brünette Weiber.

Weiber.

Fig. 33. M

Männer : a,

35 40 45 50 55 55 60 65 70 75

a

b

Fig. 36. E

Männer : a,b

25 30 35 35 40 45

a

b

Fig. 37

Männer : a,b

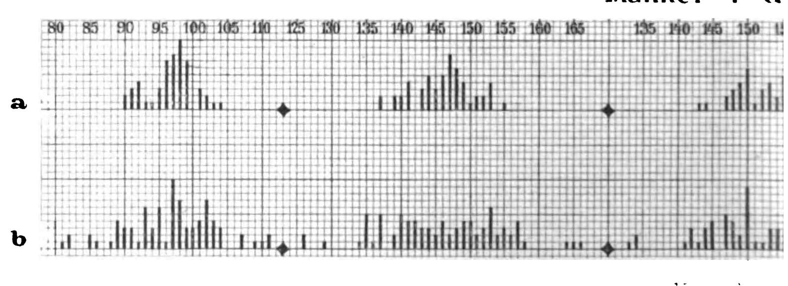
45 50 55 60 70 75 80 85 90 80 85

a

b

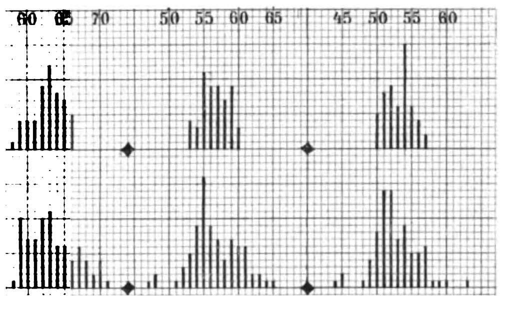
Fig. 38.

Männer : a



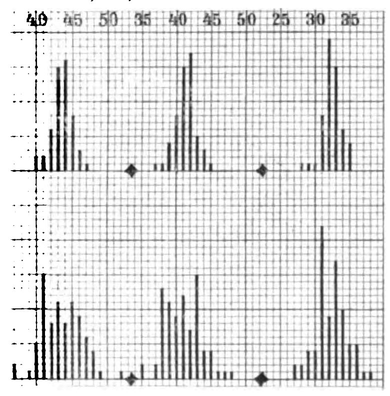
[M]etacarpalia.

[b]londe ; b, brünette.



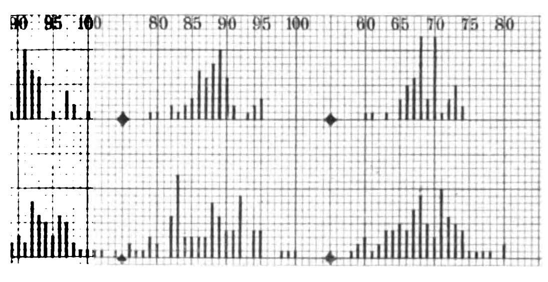
[Grun]dphalangen.

[bl]onde ; b, brünette.



Finger.

[bl]onde ; b, brünette.



[Handstr]ahlen.

[a,] blonde ; b, brünette.

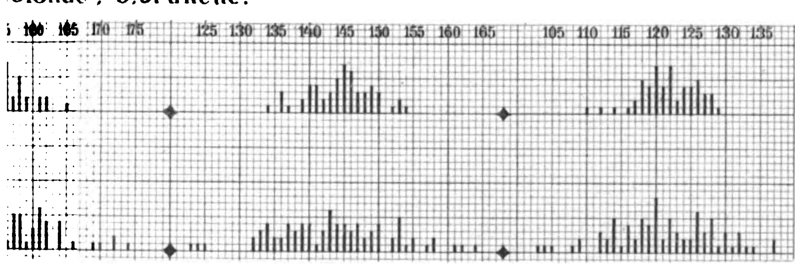


Fig. 34. Grundphalangen.

Männer : a, blonde ; b, brünette.

a

b

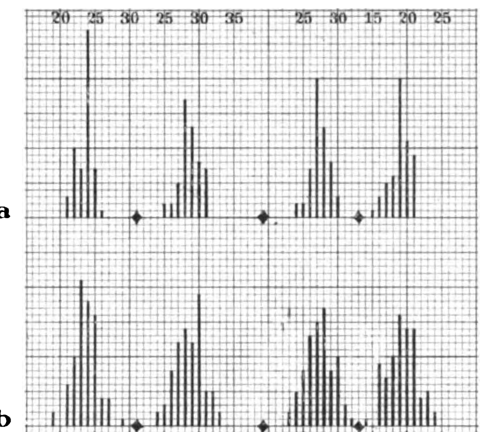


Fig. 35. Mittelphalangen.

Männer : a, blonde ; b, brünette.

a

b

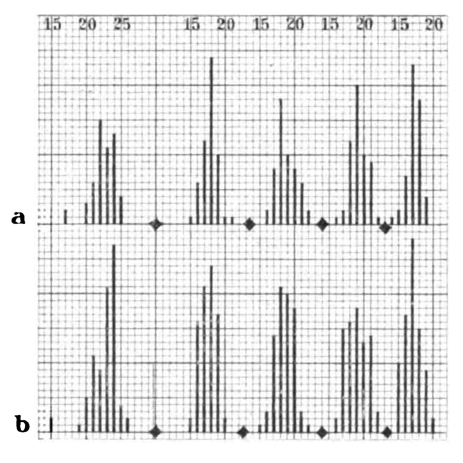


Fig. 39. Metacarpalia.

Weiber : a, blonde ; b, brünette.

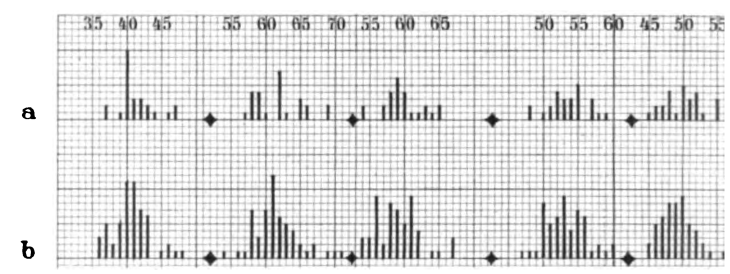


Fig. 40. Grundphalangen.

Weiber : a, blonde ; b, brünette.

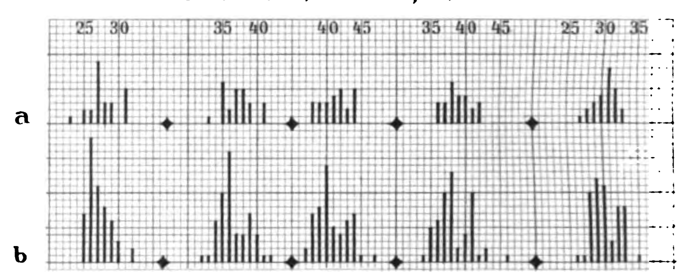


Fig. 43. F

Weiber : a, blon

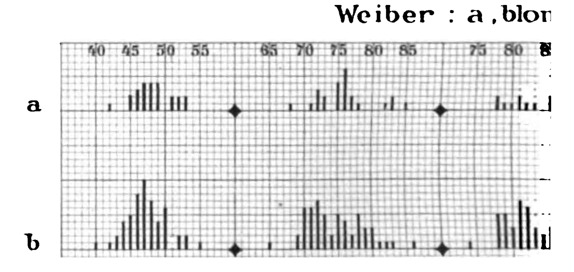
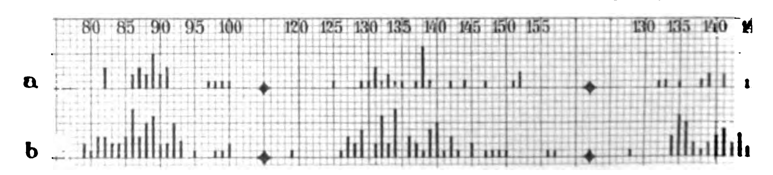


Fig. 44. S

Weiber : a, blo



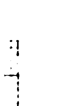








Fig. 41. Mittelphalangen.
Weiber : a, blonde ; b, brünette.

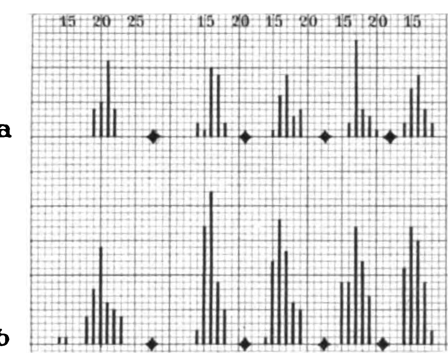
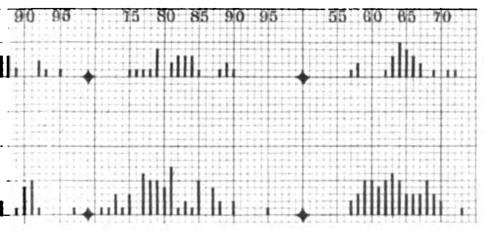



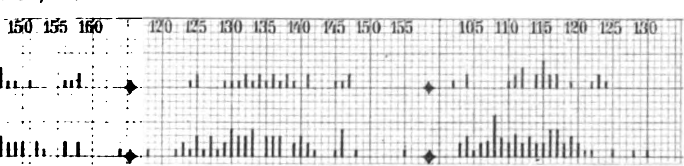
Fig. 42. Endphalangen.
Weiber : a, blonde , b, brünette.



...inger.
...de ; b, brünette.



...rahlen.
...de ; b, brünette.



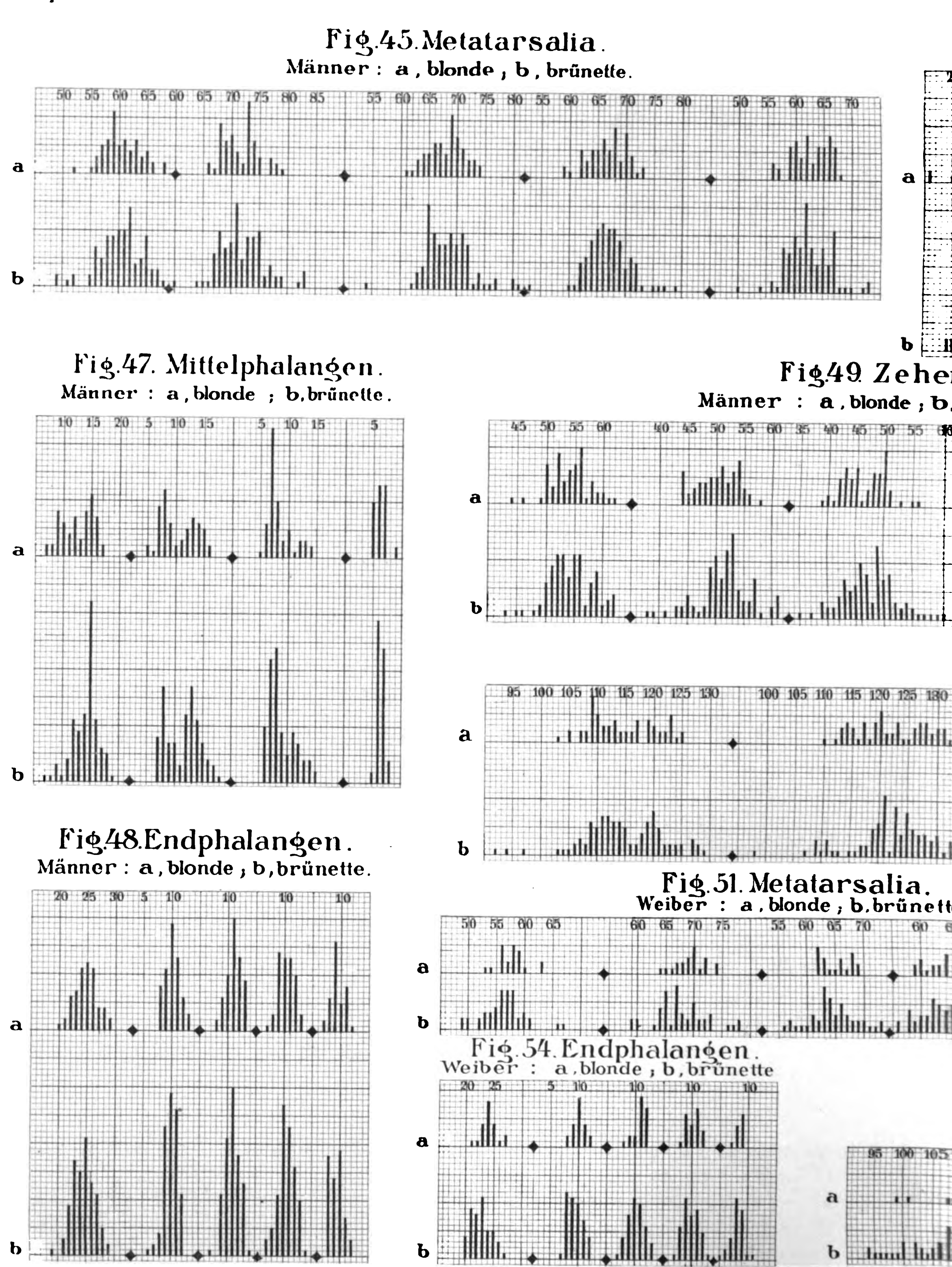

Fig. 45. Metatarsalia.
Männer: a, blonde; b, brünette.
Fig. 47. Mittelphalangen.
Männer: a, blonde; b, brünette.
Fig. 49. Zehen
Männer: a, blonde; b,
Fig. 48. Endphalangen.
Männer: a, blonde; b, brünette.
Fig. 51. Metatarsalia.
Weiber: a, blonde; b, brünett
Fig. 54. Endphalangen.
Weiber: a, blonde; b, brünette

Fig. 46. Grundphalangen.
Männer : a, blonde ; b, brünette.

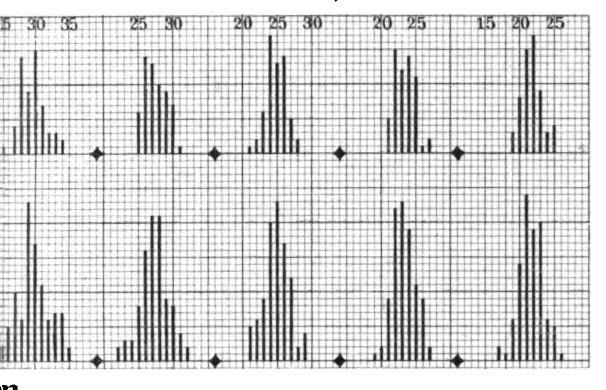
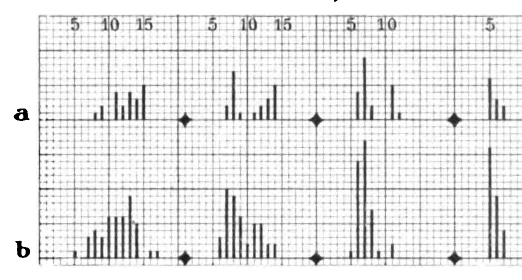


Fig. 53. Mittelphalangen.
Weiber : blonde ; b, brünette.



...en.
..., brünette.

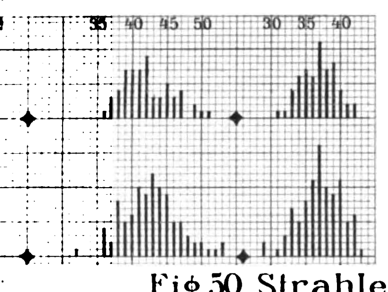


Fig. 52. Grundphalangen.
Weiber : a, blonde ; b, brünette.

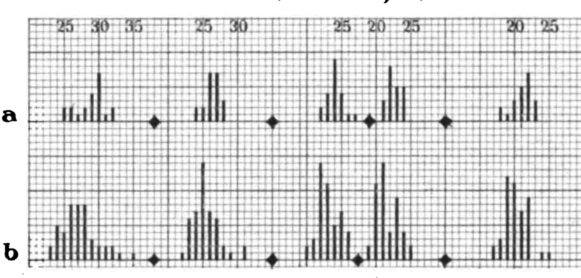
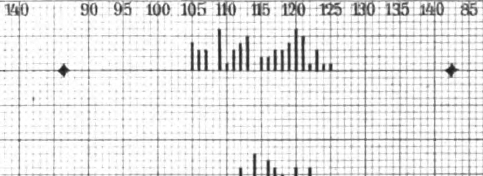
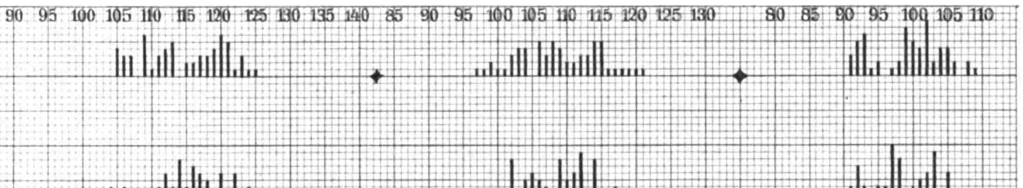


Fig. 50. Strahlen.
Männer : a, blonde ; b, brünette.





...te.

Fig. 55. Zehen.
Weiber : a, blonde ; b, brünette.

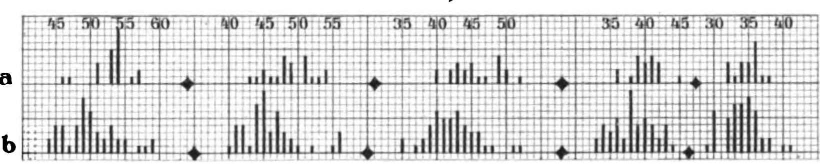
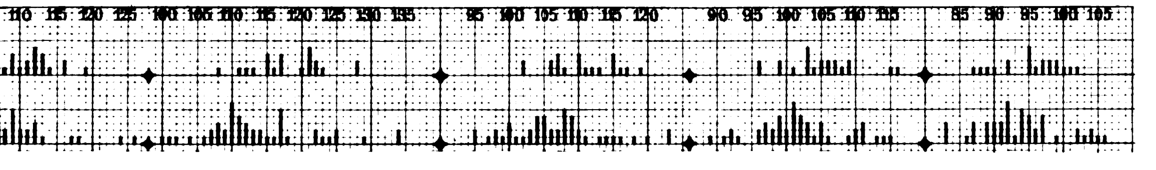
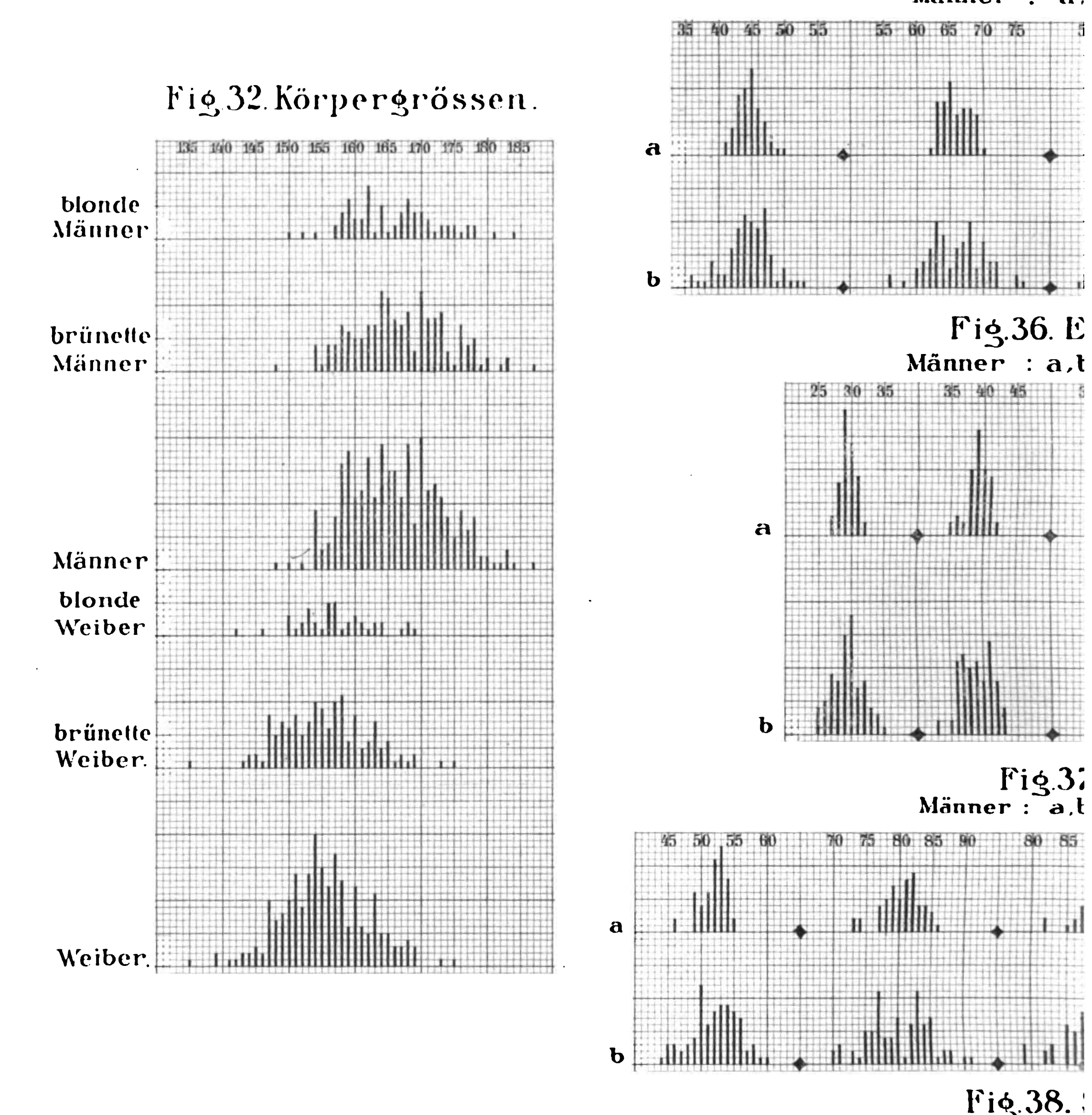


Fig. 56. Strahlen.
Weiber : a, blonde ; b, brünette.



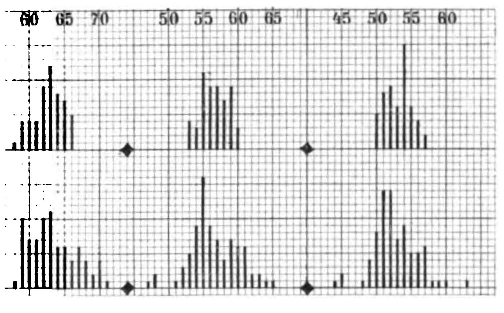
F. ...cher, Jena

Lith. Anst. v. A. Giltsch, Jena


Fig. 32. Körpergrössen.
135 140 145 150 155 160 165 170 175 180 185
blonde Männer
brünette Männer
Männer
blonde Weiber
brünette Weiber.
Weiber.
Fig. 33.
Männer : a,
35 40 45 50 55 55 60 65 70 75
a
b
Fig. 36.
Männer : a,
25 30 35 35 40 45
a
b
Fig. 37
Männer : a,
45 50 55 60 70 75 80 85 90 80 85
a
b
Fig. 38.
Männer : a
80 85 90 95 100 105 110 125 130 135 140 145 150 155 160 165 135 140 145 150
a
b

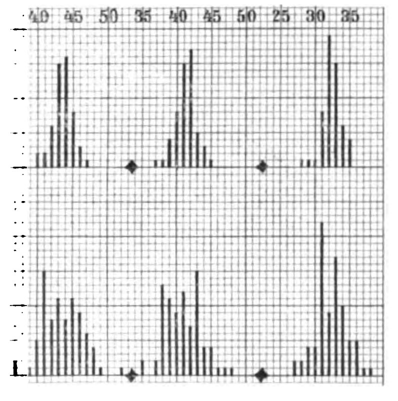
lacarpalia.

londe ; b, brünette.



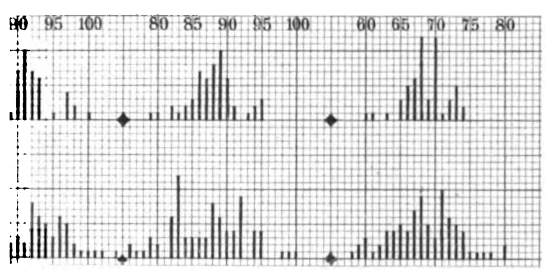
ıdphalangen.

onde ; b, brünette.



Finger.

onde ; b, brünette.



ıtrahlen.

blonde ; b, brünette.

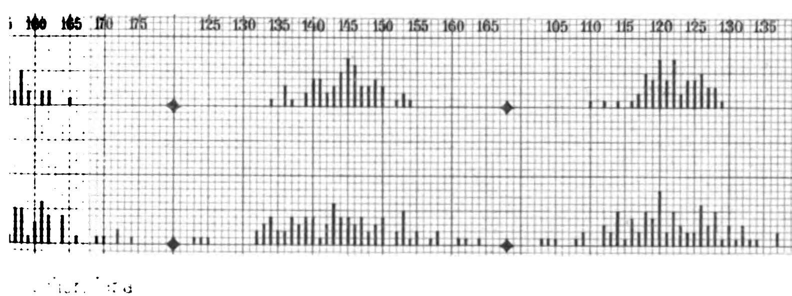


Fig. 34. Grundphalangen.

Männer : a, blonde ; b, brünette.

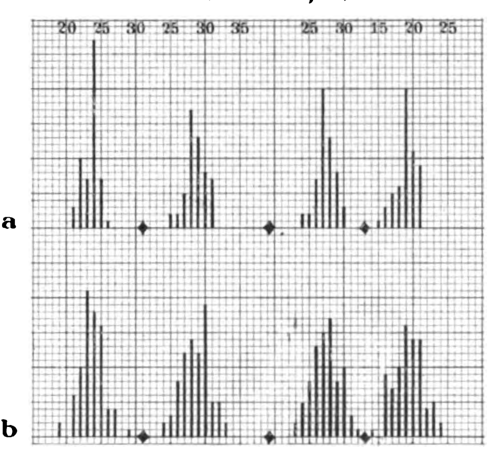


Fig. 35. Mittelphalangen.

Männer : a, blonde ; b, brünette.

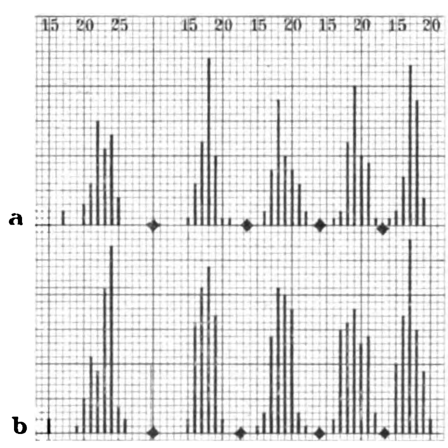


Fig. 39. Metacarpalia.
Weiber : a, blonde ; b, brünette.

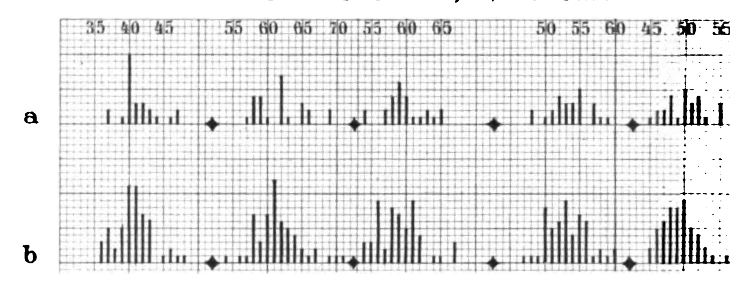


Fig. 40. Grundphalangen.
Weiber : a, blonde ; b, brünette.

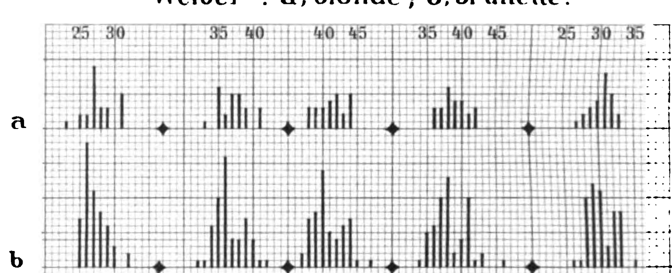


Fig. 43. Fi
Weiber : a, blon

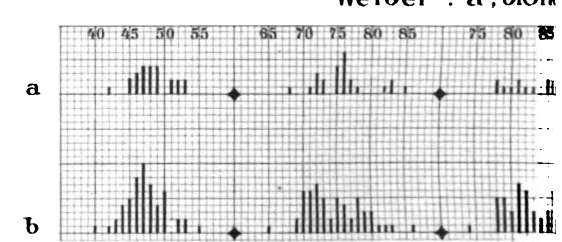


Fig. 44. Sh
Weiber : a, blon

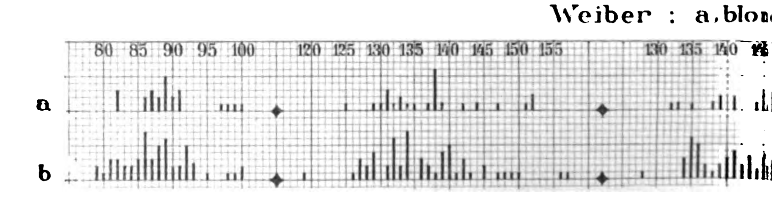


Fig. 41. Mittelphalangen.

Weiber : a, blonde ; b, brünette.

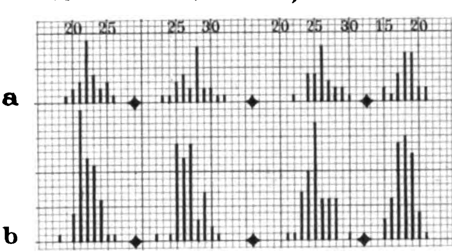
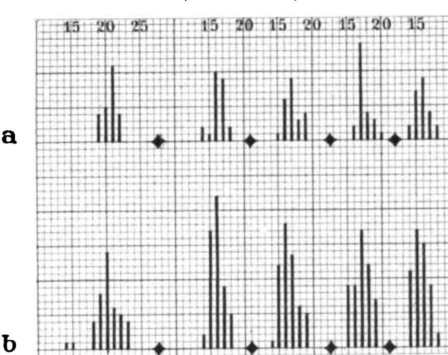


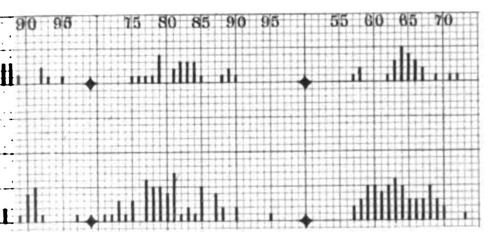
Fig. 42. Endphalangen.

Weiber : a, blonde ; b, brünette.



inger.

de ; b, brünette.



rahlen.

de ; b, brünette.

150 155 160 120 125 130 135 140 145 150 155 105 110 115 120 125 130

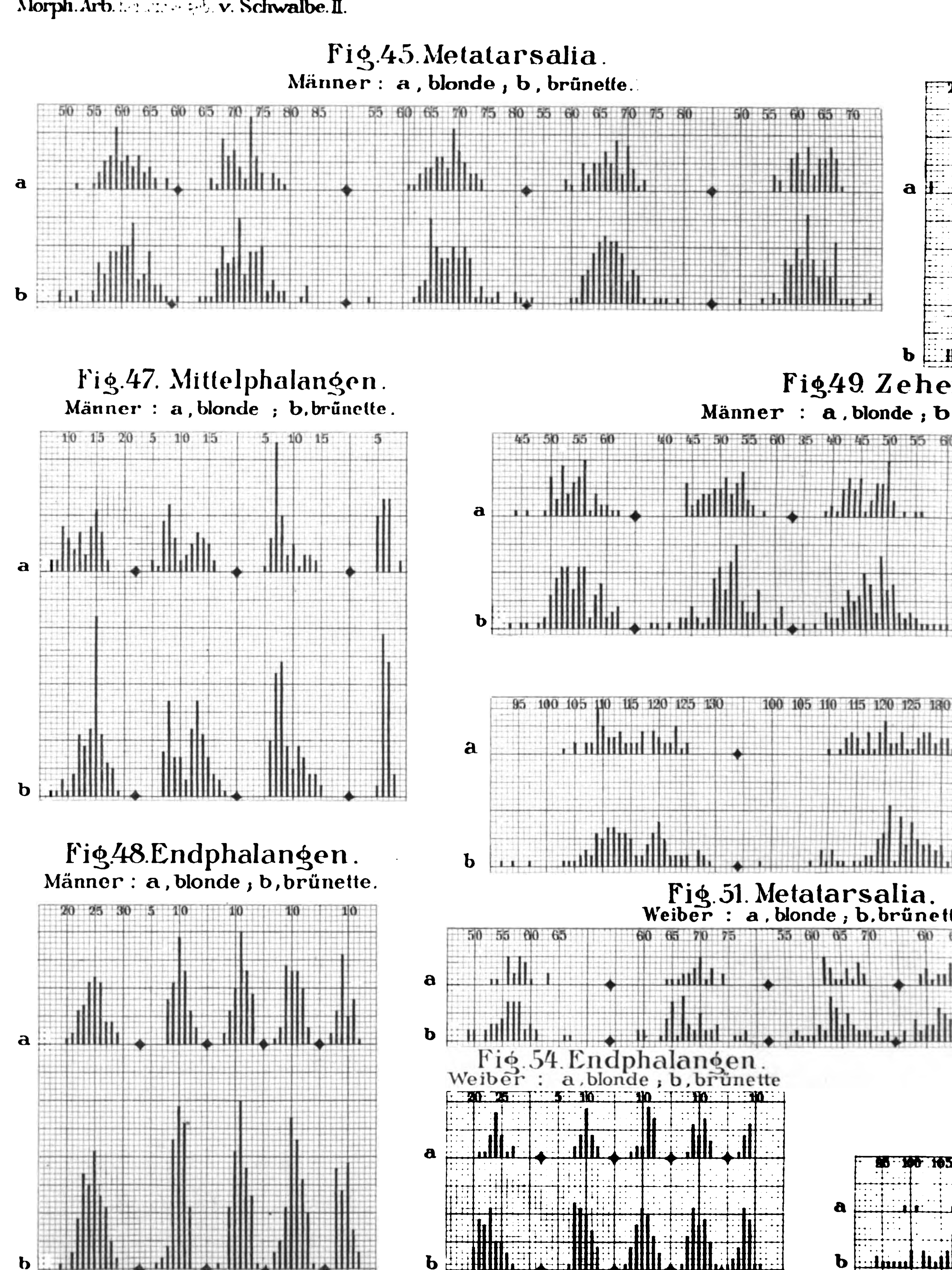

Fig. 45. Metatarsalia.
Männer : a, blonde ; b, brünette.
Fig. 47. Mittelphalangen.
Männer : a, blonde ; b, brünette.
Fig. 49. Zehen
Männer : a, blonde ; b,
Fig. 48. Endphalangen.
Männer : a, blonde ; b, brünette.
Fig. 51. Metatarsalia.
Weiber : a, blonde ; b, brünett
Fig. 54. Endphalangen.
Weiber : a, blonde ; b, brünette
a
b

Fig. 46. Grundphalangen.
Männer: a, blonde; b, brünette.

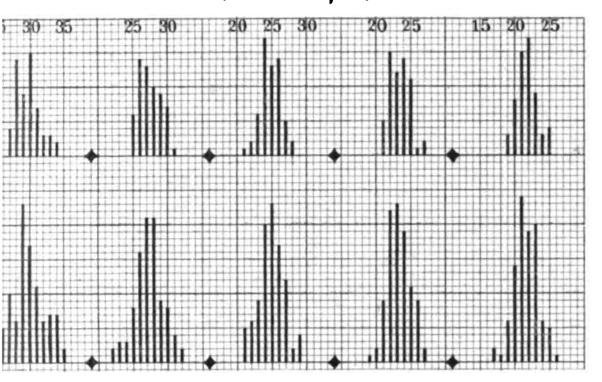
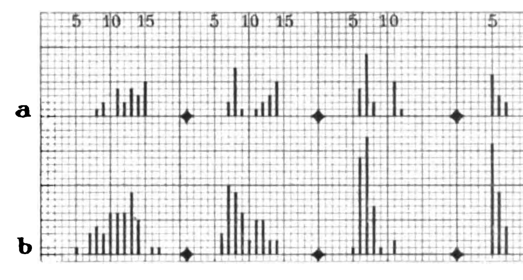


Fig. 53. Mittelphalangen.
Weiber: blonde; b, brünette.



1.
brünette.

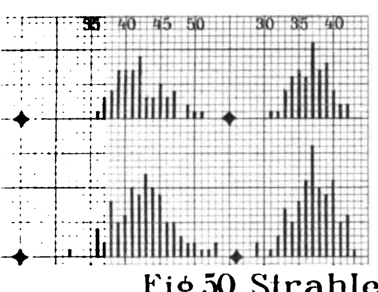


Fig. 52. Grundphalangen.
Weiber: a, blonde; b, brünette.

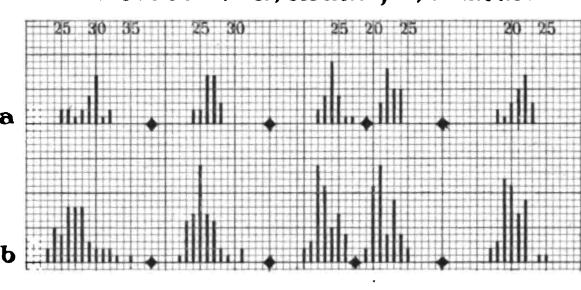


Fig. 50. Strahlen.
Männer: a, blonde; b, brünette.

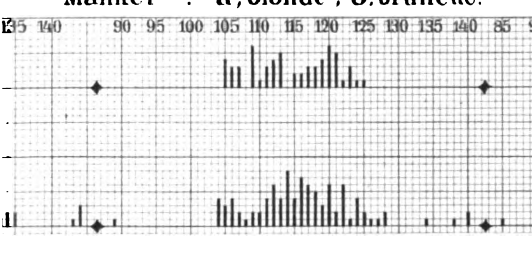
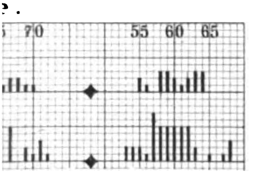


Fig. 55. Zehen.
Weiber: a, blonde; b, brünette.



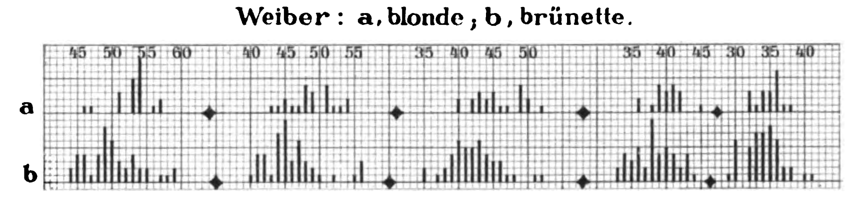
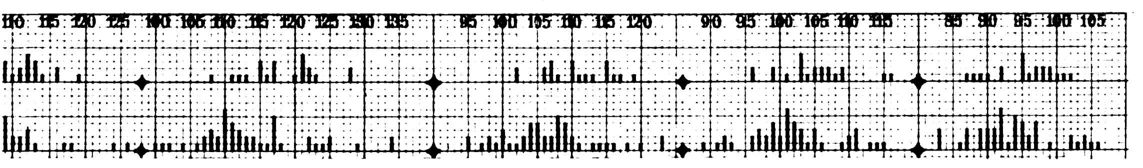


Fig. 56. Strahlen.
Weiber: a, blonde; b, brünette.



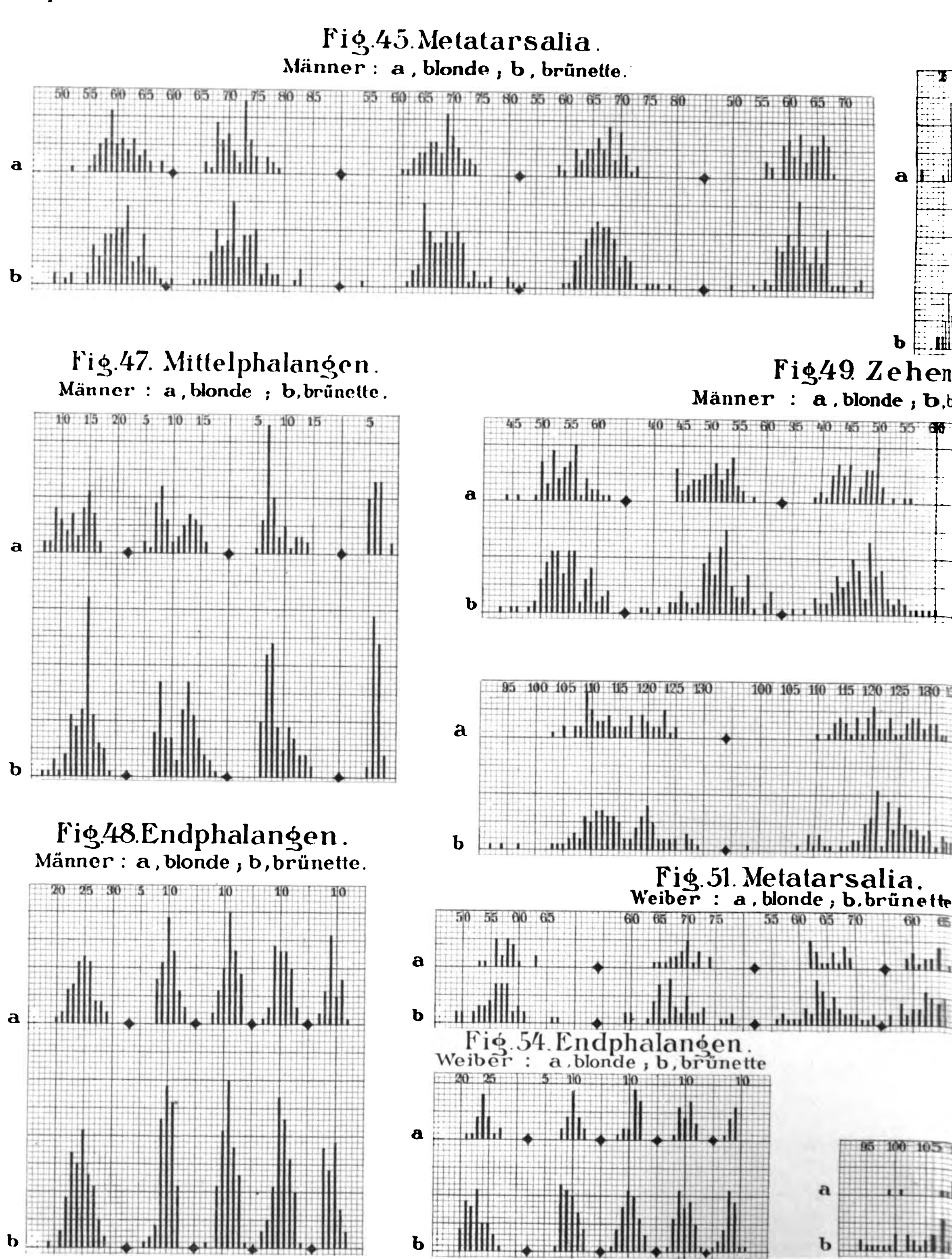

Fig. 45. Metatarsalia.
Männer: a, blonde; b, brünette.
Fig. 47. Mittelphalangen.
Männer: a, blonde; b, brünette.
Fig. 49. Zehen
Männer: a, blonde; b, b
Fig. 48. Endphalangen.
Männer: a, blonde; b, brünette.
Fig. 51. Metatarsalia.
Weiber: a, blonde; b, brünette
Fig. 54. Endphalangen.
Weiber: a, blonde; b, brünette

Fig. 46. Grundphalangen.

Männer : a, blonde ; b, brünette.

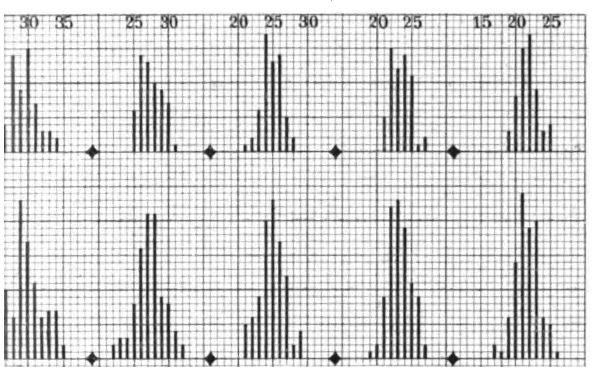
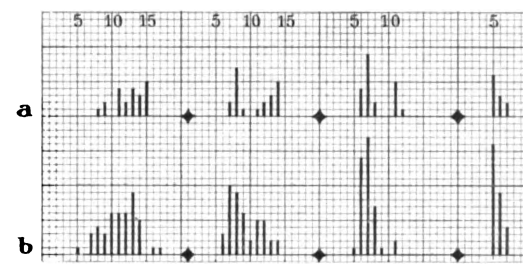


Fig. 53. Mittelphalangen.

Weiber : blonde ; b, brünette.



l.

brünette.

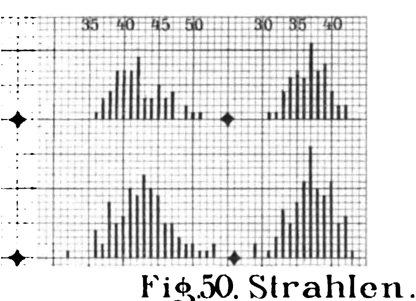


Fig. 52. Grundphalangen.

Weiber : a, blonde ; b, brünette.

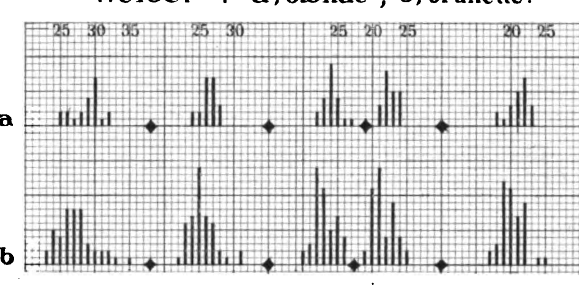
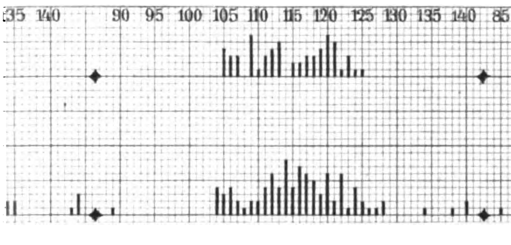


Fig. 50. Strahlen.

Männer : a, blonde ; b, brünette.



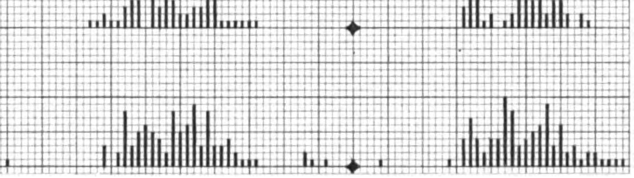


Fig. 55. Zehen.

Weiber : a, blonde ; b, brünette.

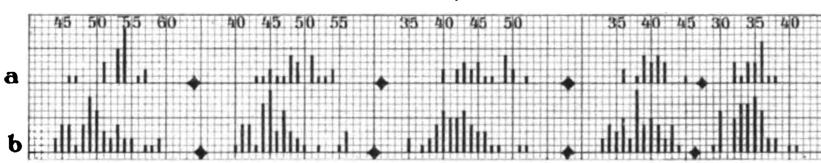
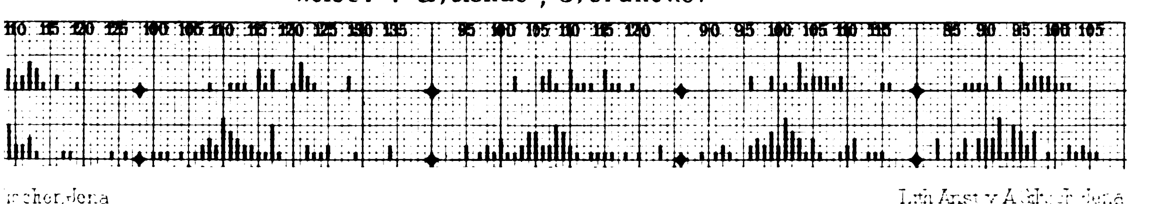
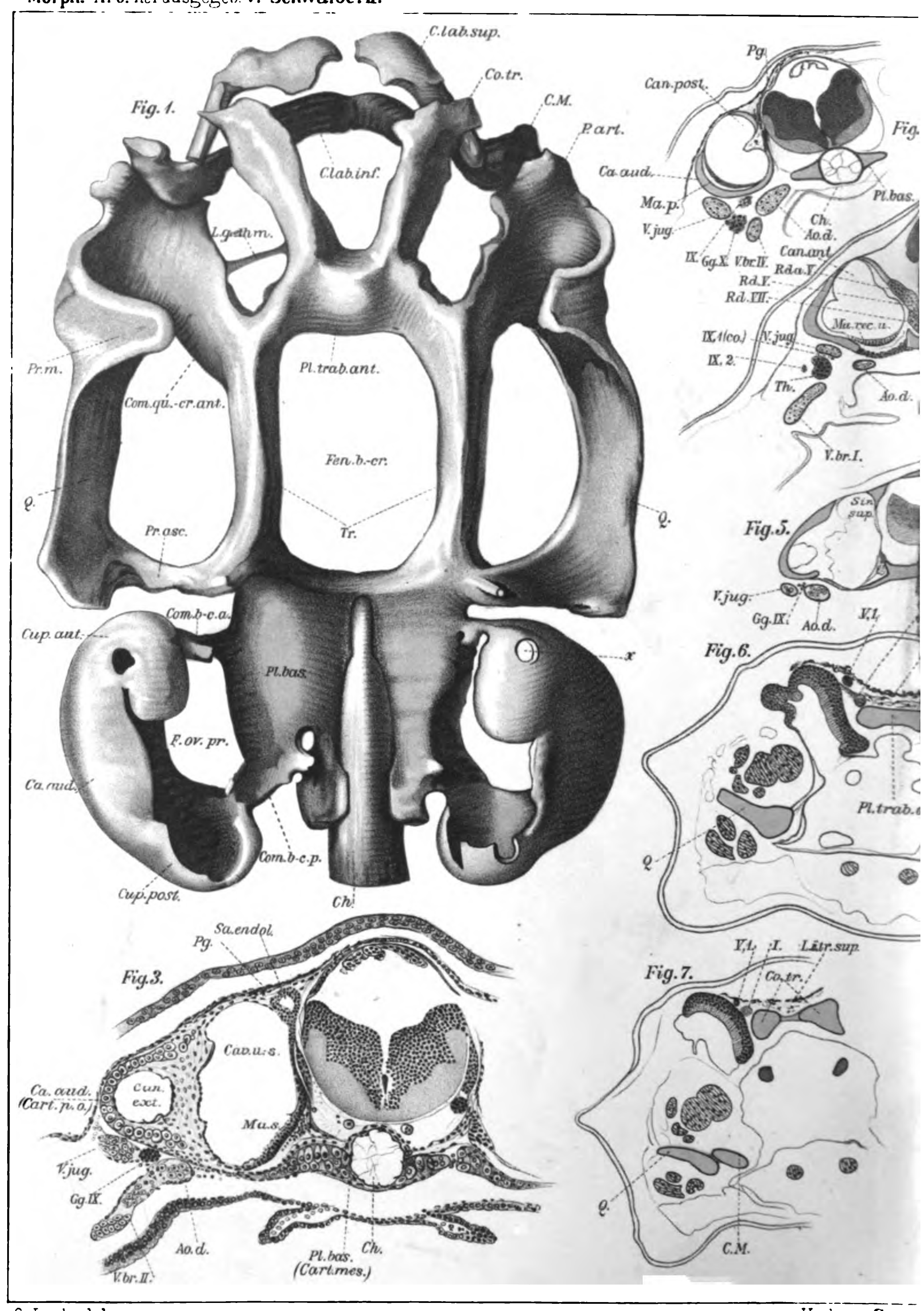


Fig. 56. Strahlen.

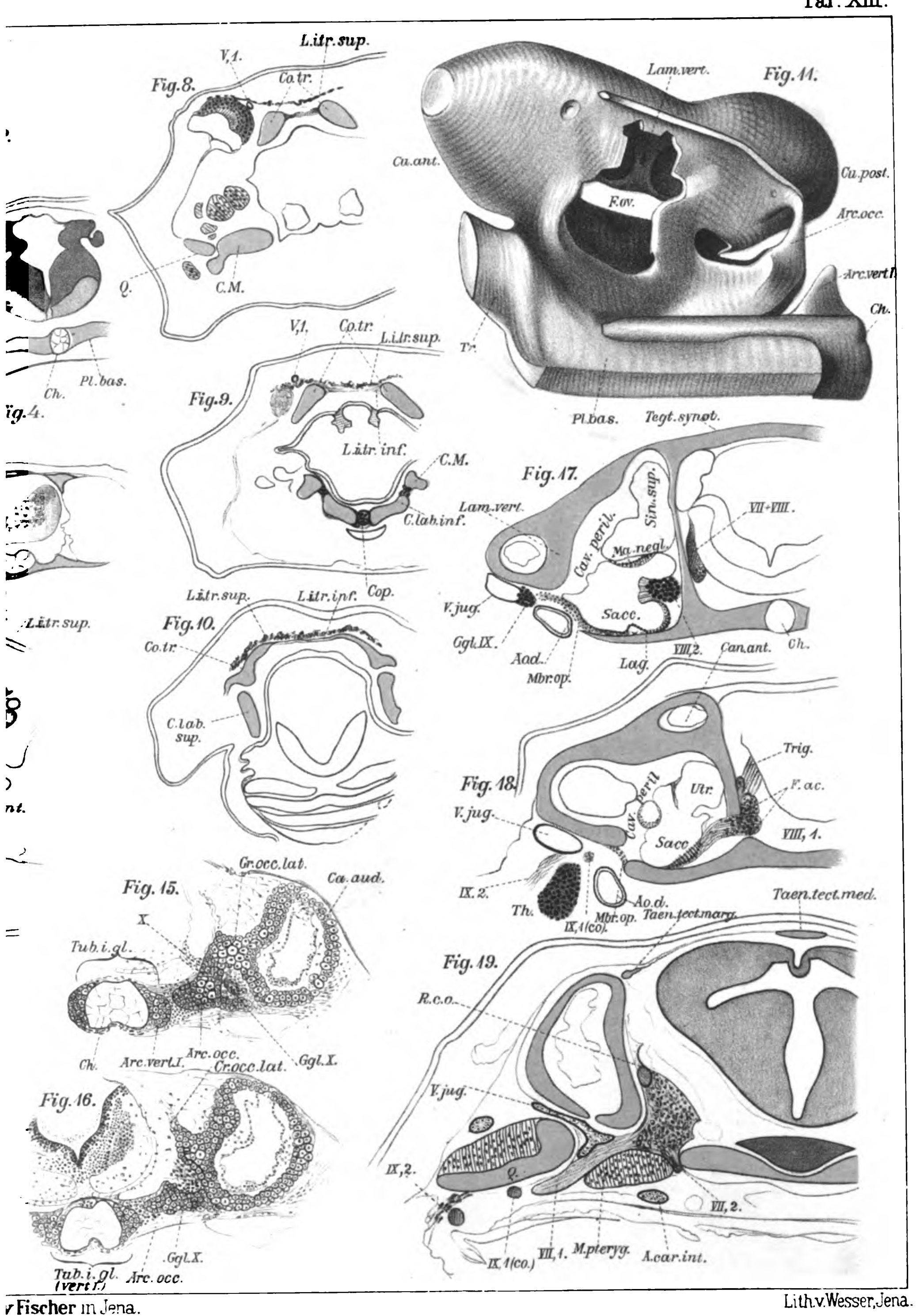
Weiber : a, blonde ; b, brünette.





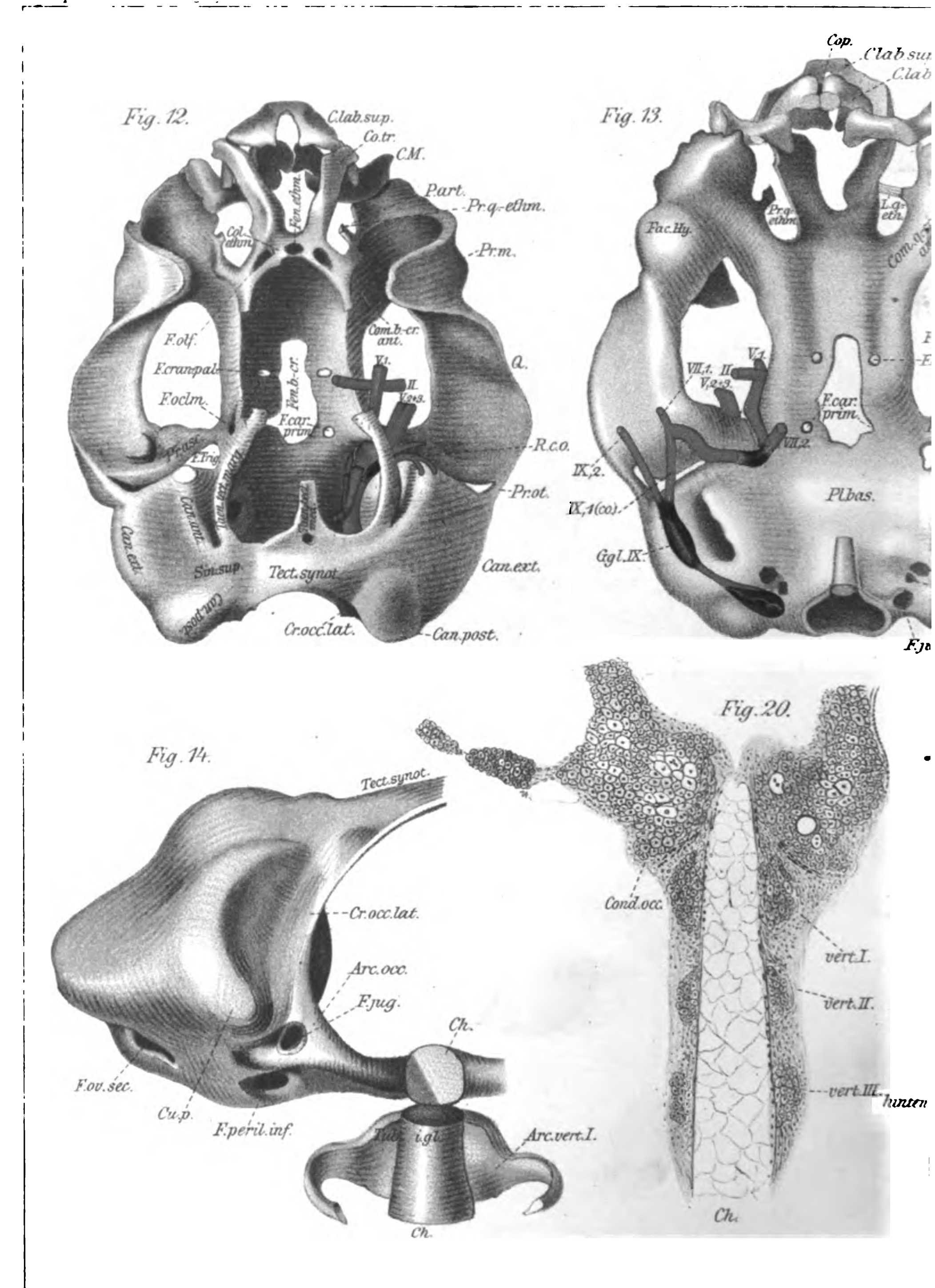


Verlag v Gusta



r Fischer in Jena.

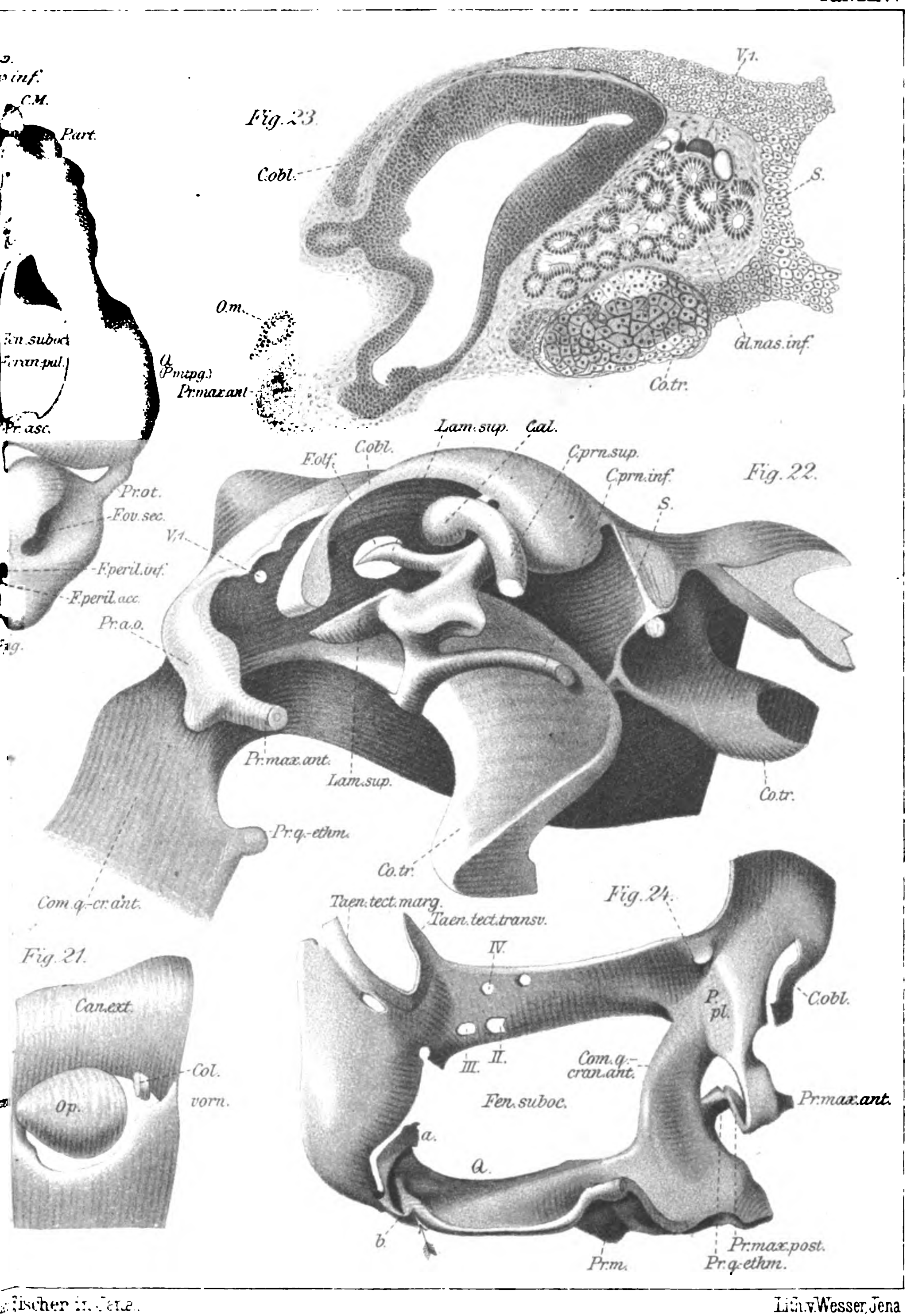
Lith.v.Wesser, Jena.



O. Loch, del.

Verlag v. Gustav

Taf. XIV.



Fischer in Jena. Lith.v.Wesser, Jena

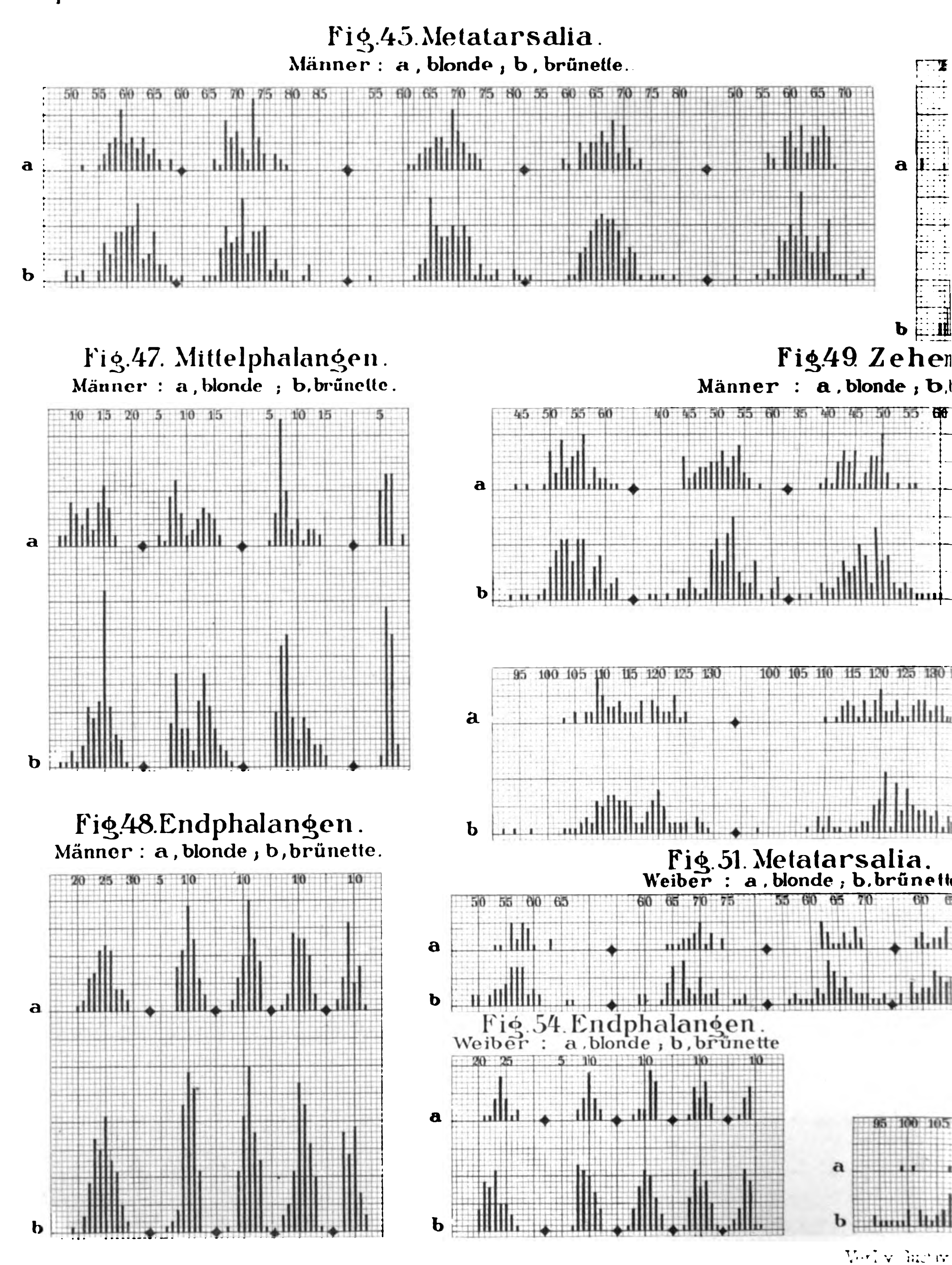

Fig. 45. Metatarsalia.
Männer : a, blonde ; b, brünette.
Fig. 47. Mittelphalangen.
Männer : a, blonde ; b, brünette.
Fig. 48. Endphalangen.
Männer : a, blonde ; b, brünette.
Fig. 49. Zehen
Männer : a, blonde ; b,
Fig. 51. Metatarsalia.
Weiber : a, blonde ; b, brünett
Fig. 54. Endphalangen.
Weiber : a, blonde ; b, brünette
a
b

Fig. 46. Grundphalangen.

Männer : a, blonde ; b, brünette.

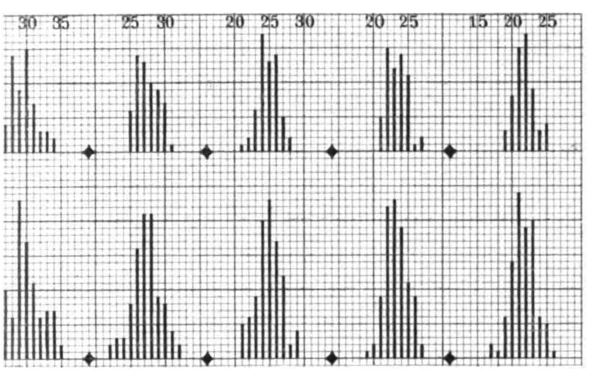
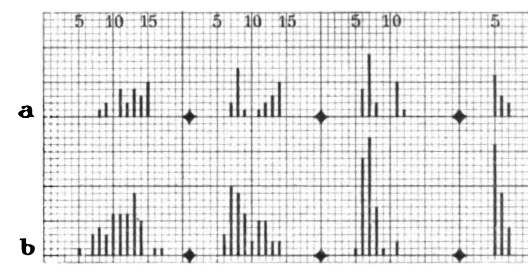


Fig. 53. Mittelphalangen.

Weiber : blonde ; b, brünette.



l.

brünette.

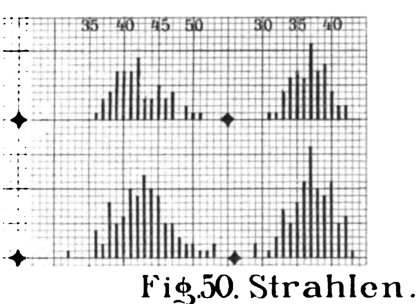


Fig. 52. Grundphalangen.

Weiber : a, blonde ; b, brünette.

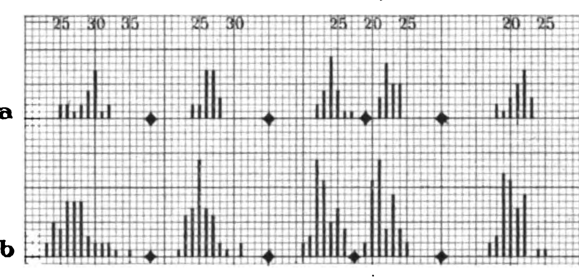
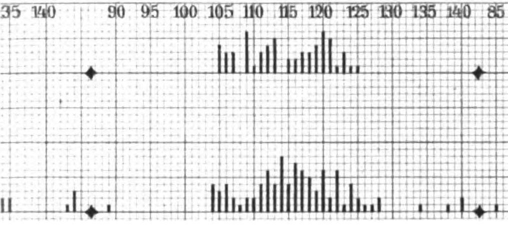


Fig. 50. Strahlen.

Männer : a, blonde ; b, brünette.



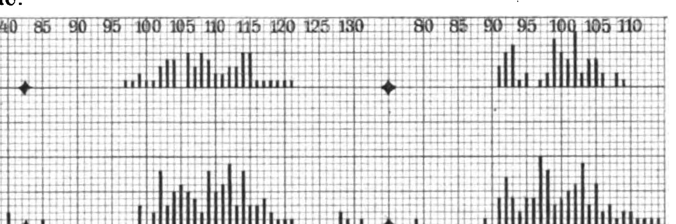


Fig. 55. Zehen.

Weiber : a, blonde ; b, brünette.

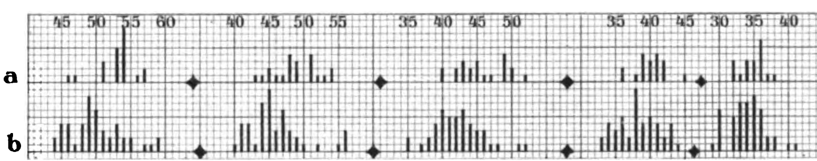
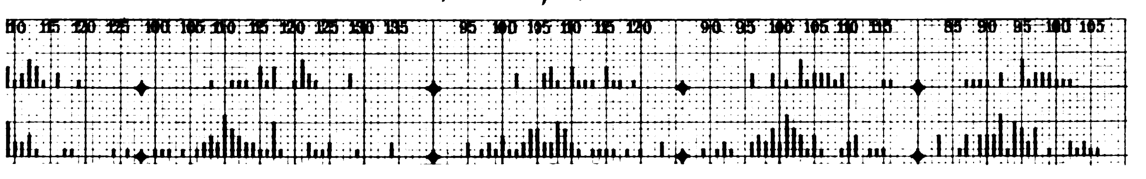


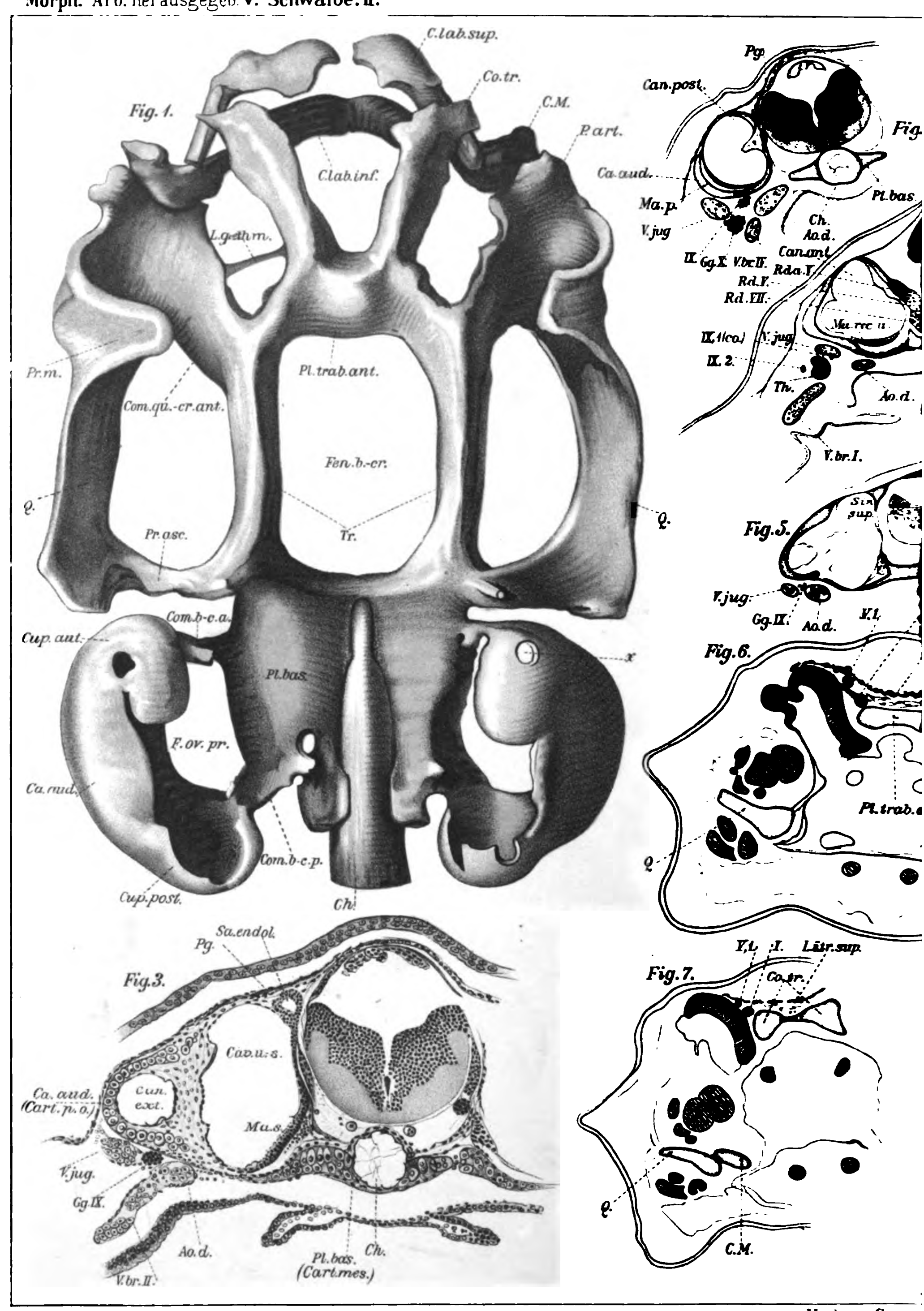
Fig. 56. Strahlen.

Weiber : a, blonde ; b, brünette.



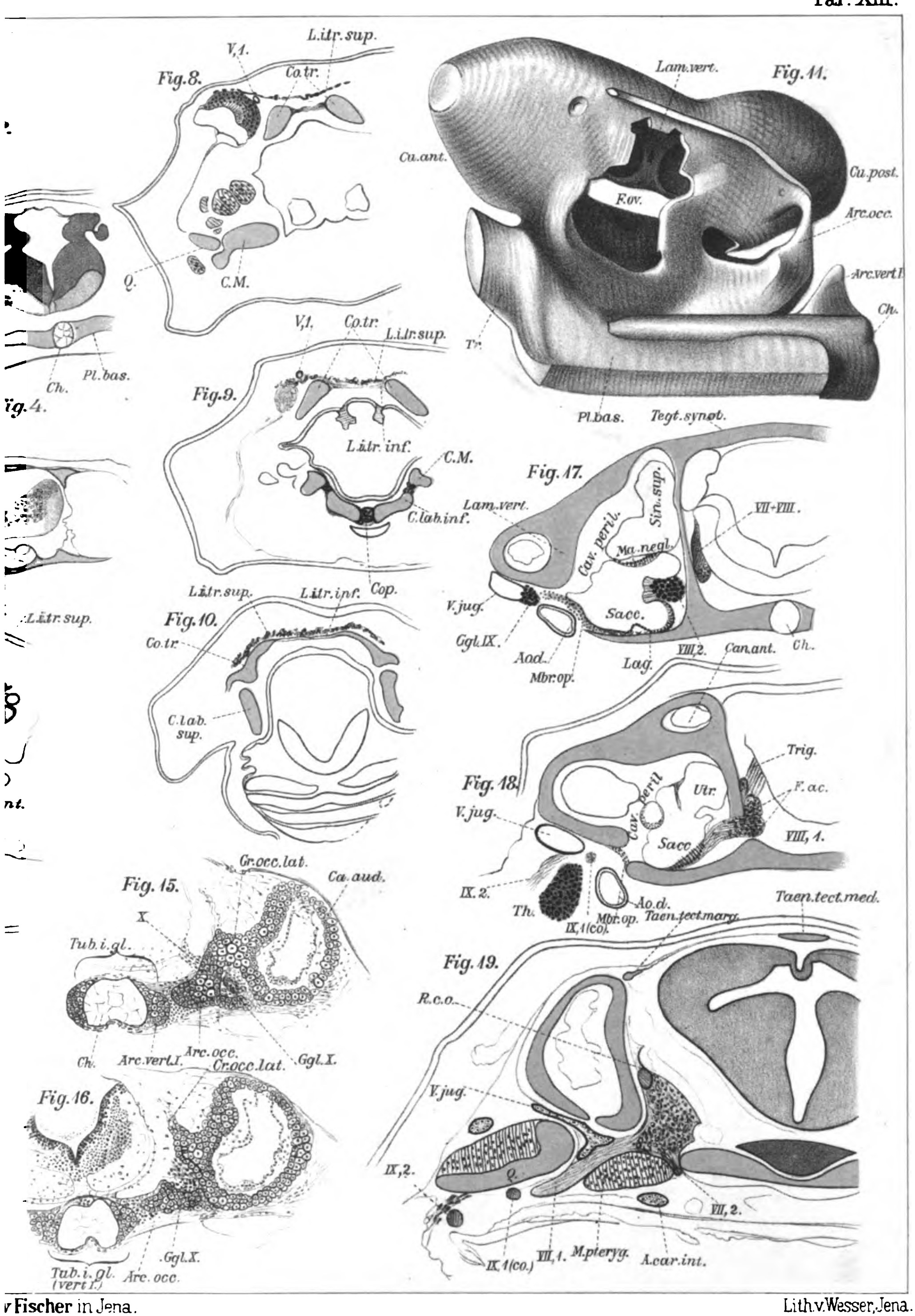
...scher, Jena

Lith. Anst. v. A. ... Jena



C. Loch, del.

Verlag v. Gusta



v Fischer in Jena. Lith.v.Wesser, Jena.

14

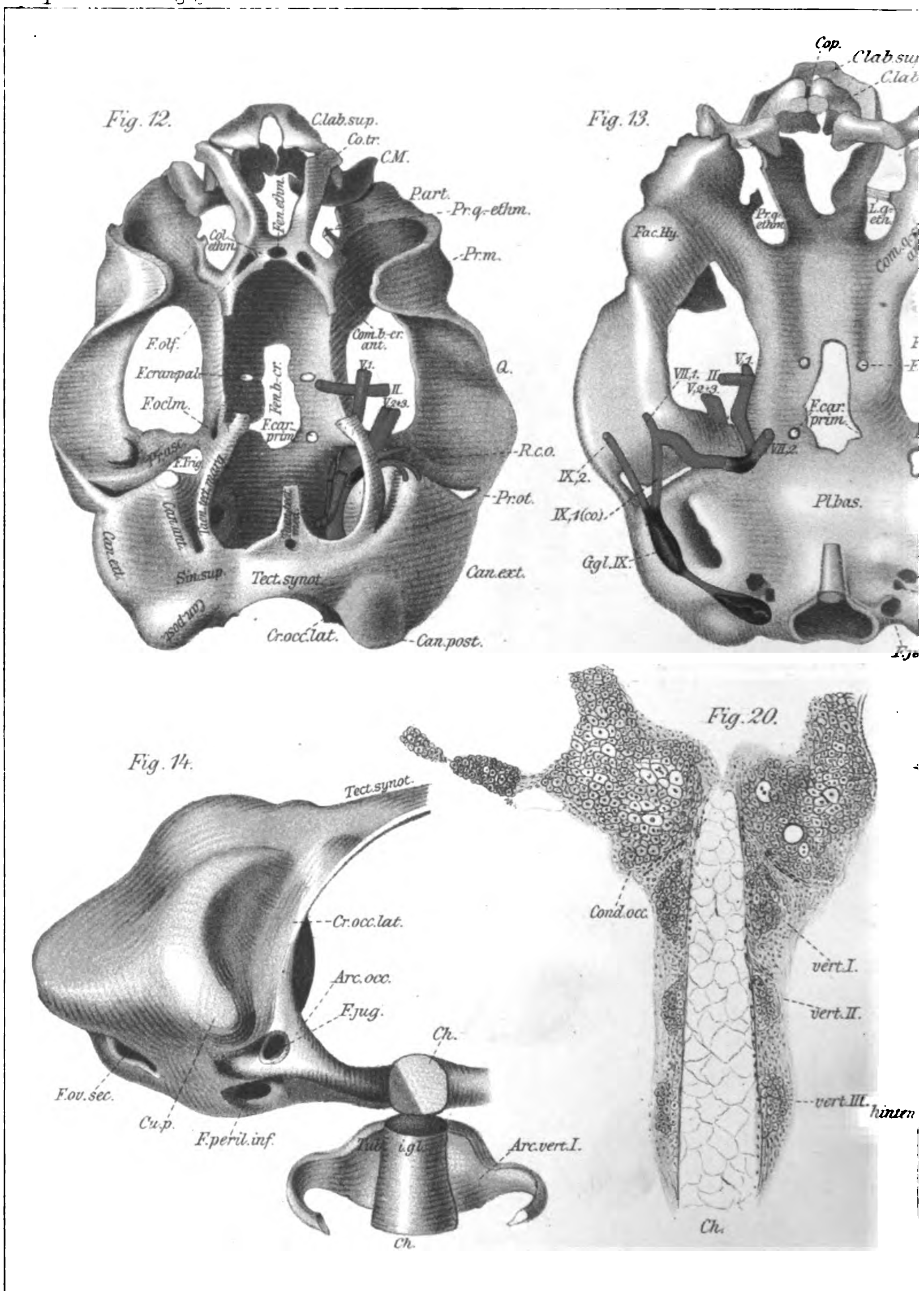
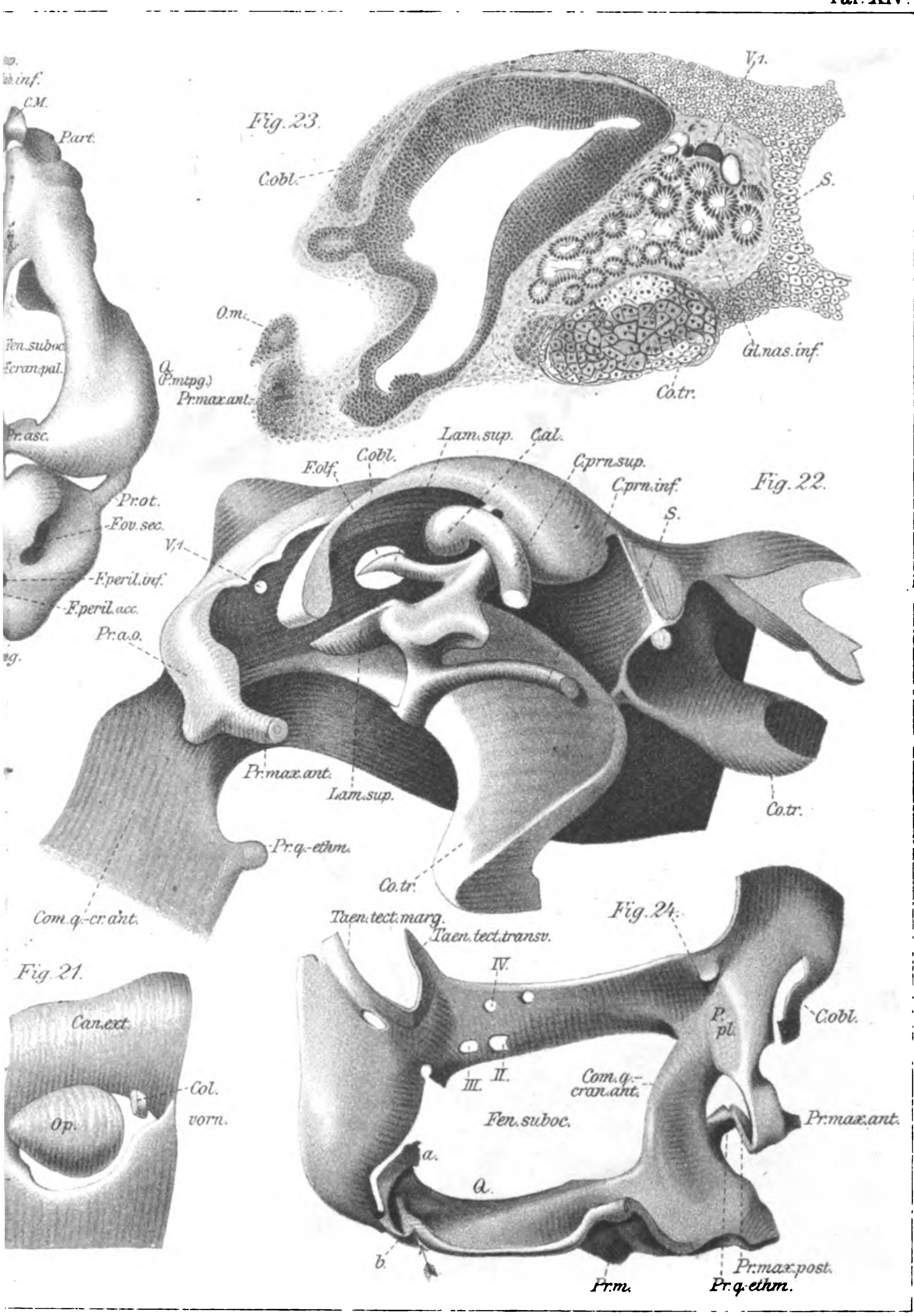
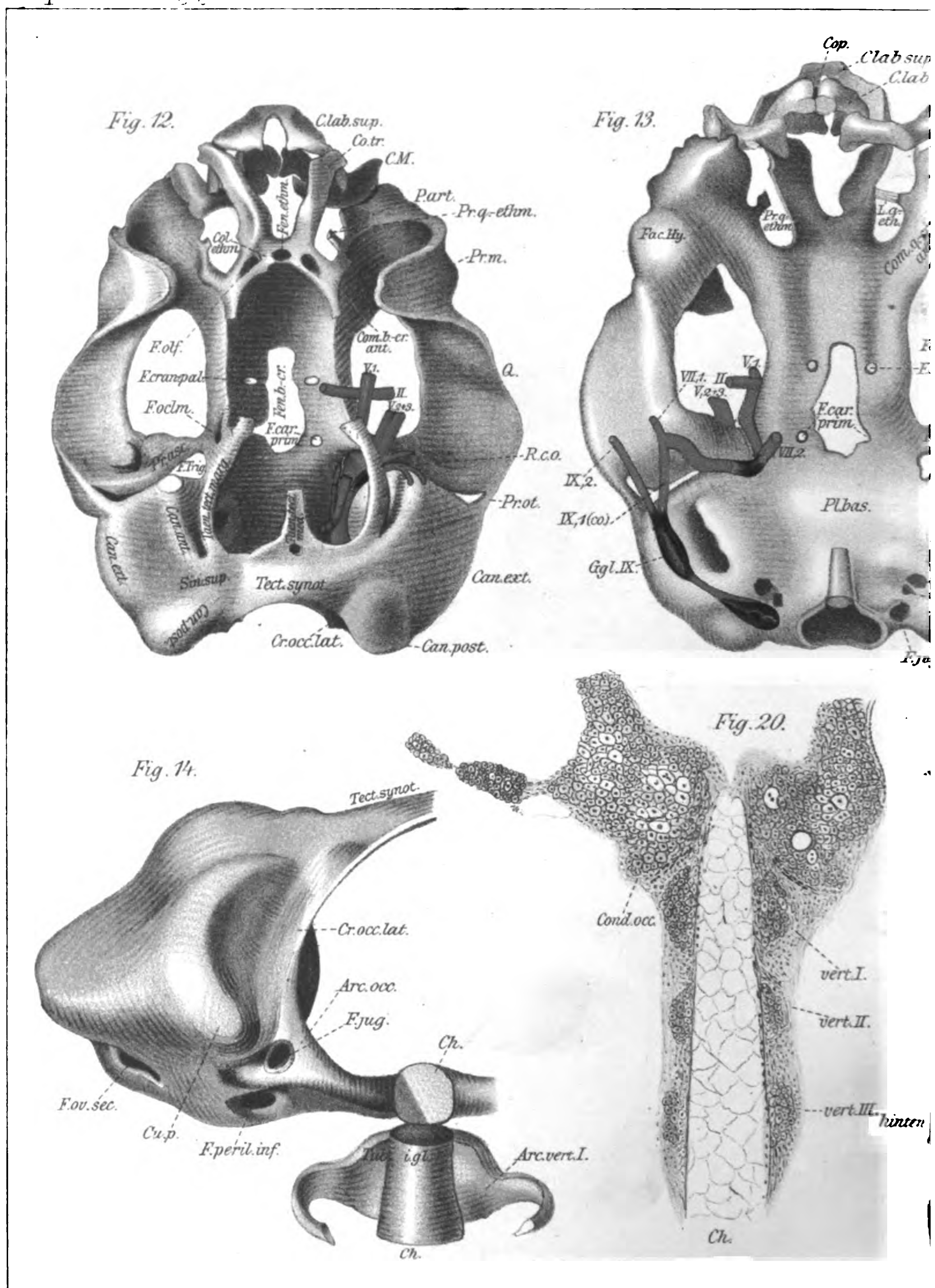
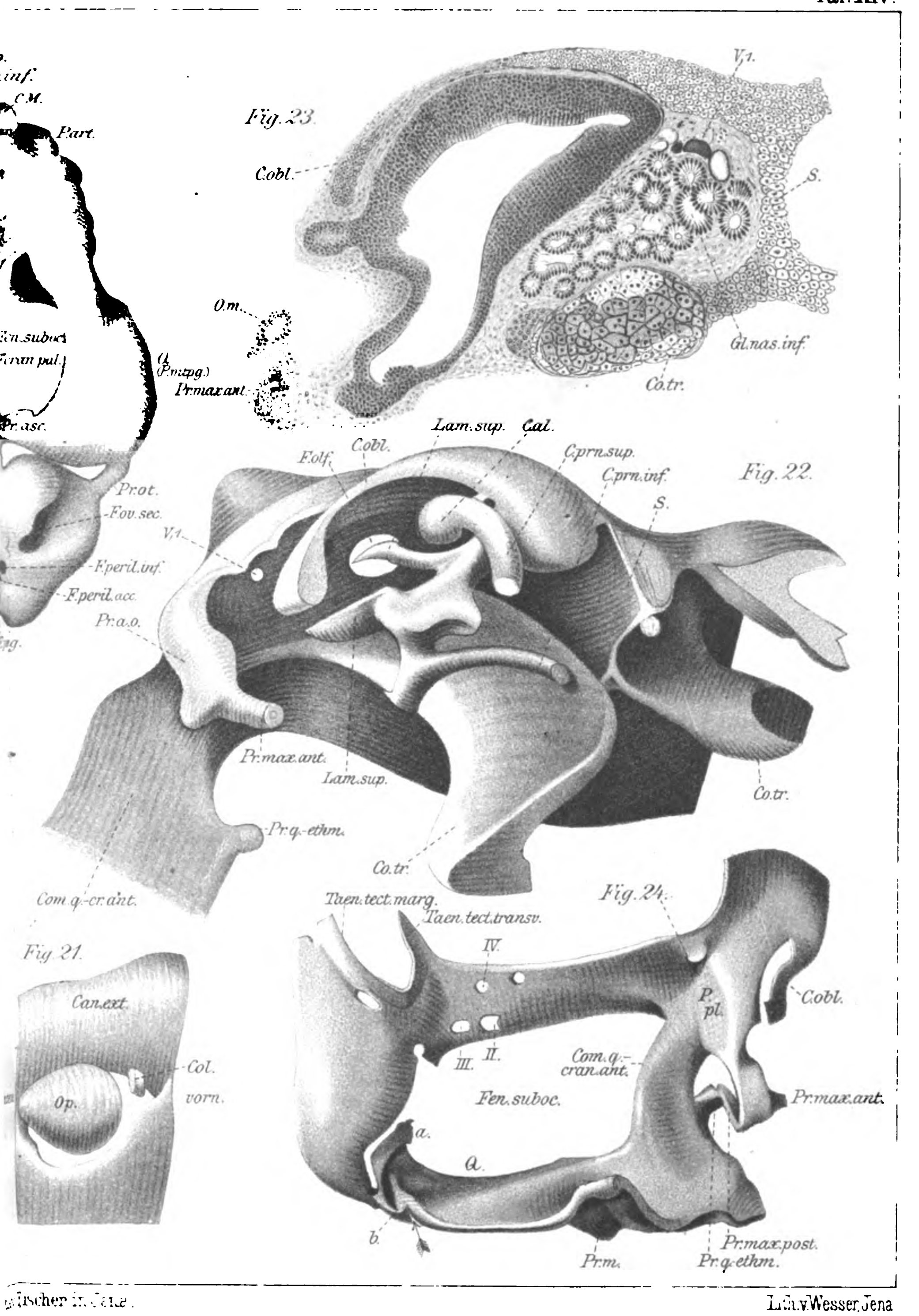


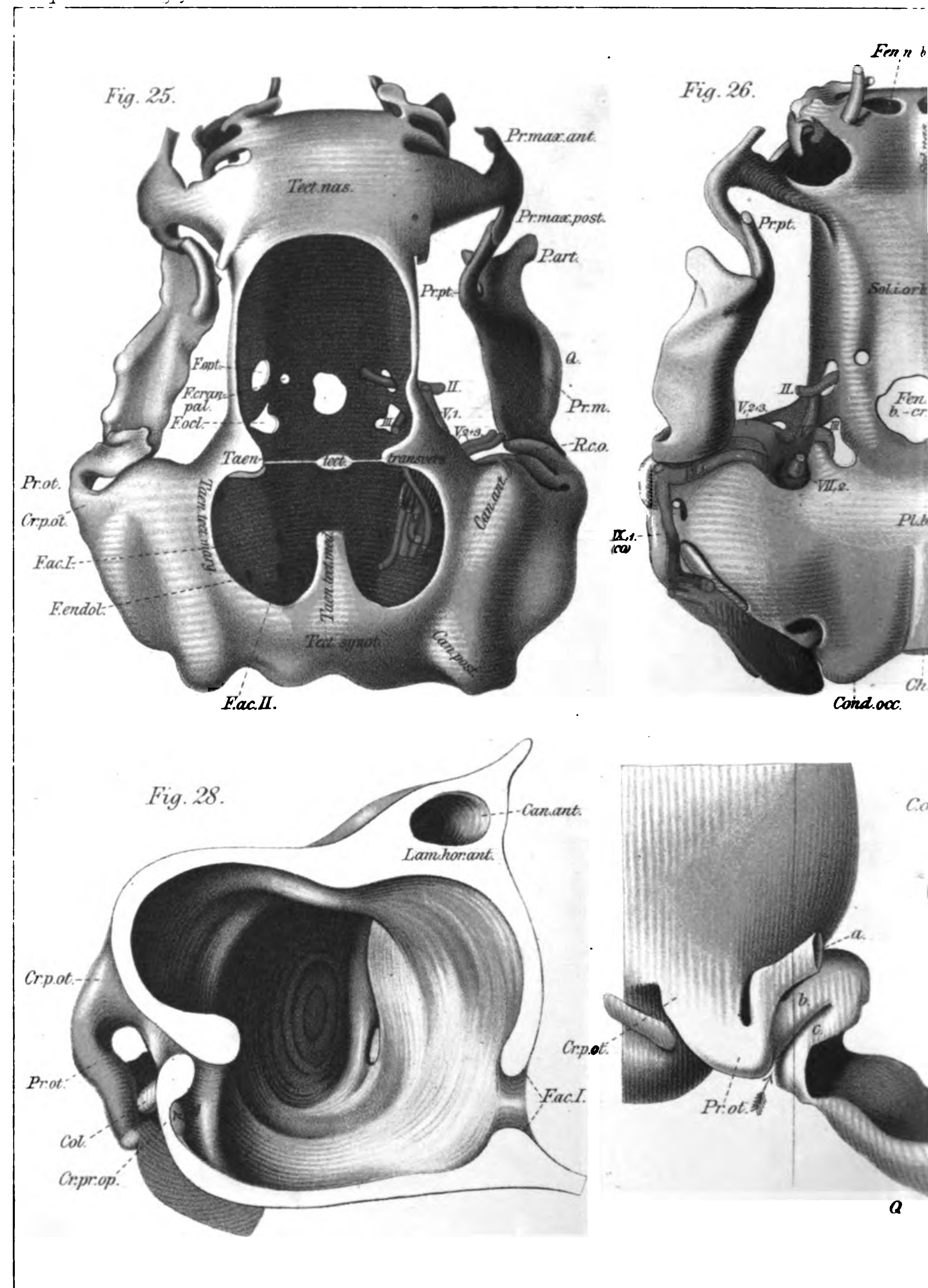
Fig. 12.
C.lab.sup.
Co.tr.
C.M.
Part.
Pr.q.-ethm.
Pr.m.
Fen.ethm.
Col. ethm.
F.olf.
F.cranpal.
F.oclm.
Fen.b.-cr.
F.car. prim.
Com.b.-cr. ant.
V.1.
II.
V.2+3.
a.
R.c.o.
Pr.ot.
Can.ext.
Can.ant.
Sin.sup.
Tect.synot.
Can.ext.
Can.post.
Cr.occ.lat.
Can.post.
Fig. 13.
Cop.
C.lab.su
Fac.Hy.
Pr.q. ethm.
L.q. eth.
VII.1.
V.1.
II.
V.2+3.
F.car. prim.
VII.2.
IX.2.
IX.1(co).
Pl.bas.
Ggl.IX.
Fig. 14.
Tect.synot.
Cr.occ.lat.
Arc.occ.
F.jug.
Ch.
F.ov.sec.
Cu.p.
F.peril.inf.
Arc.vert.I.
Ch.
Fig. 20.
Cond.occ.
vert.I.
vert.II.
vert.III.
hinten
Ch.



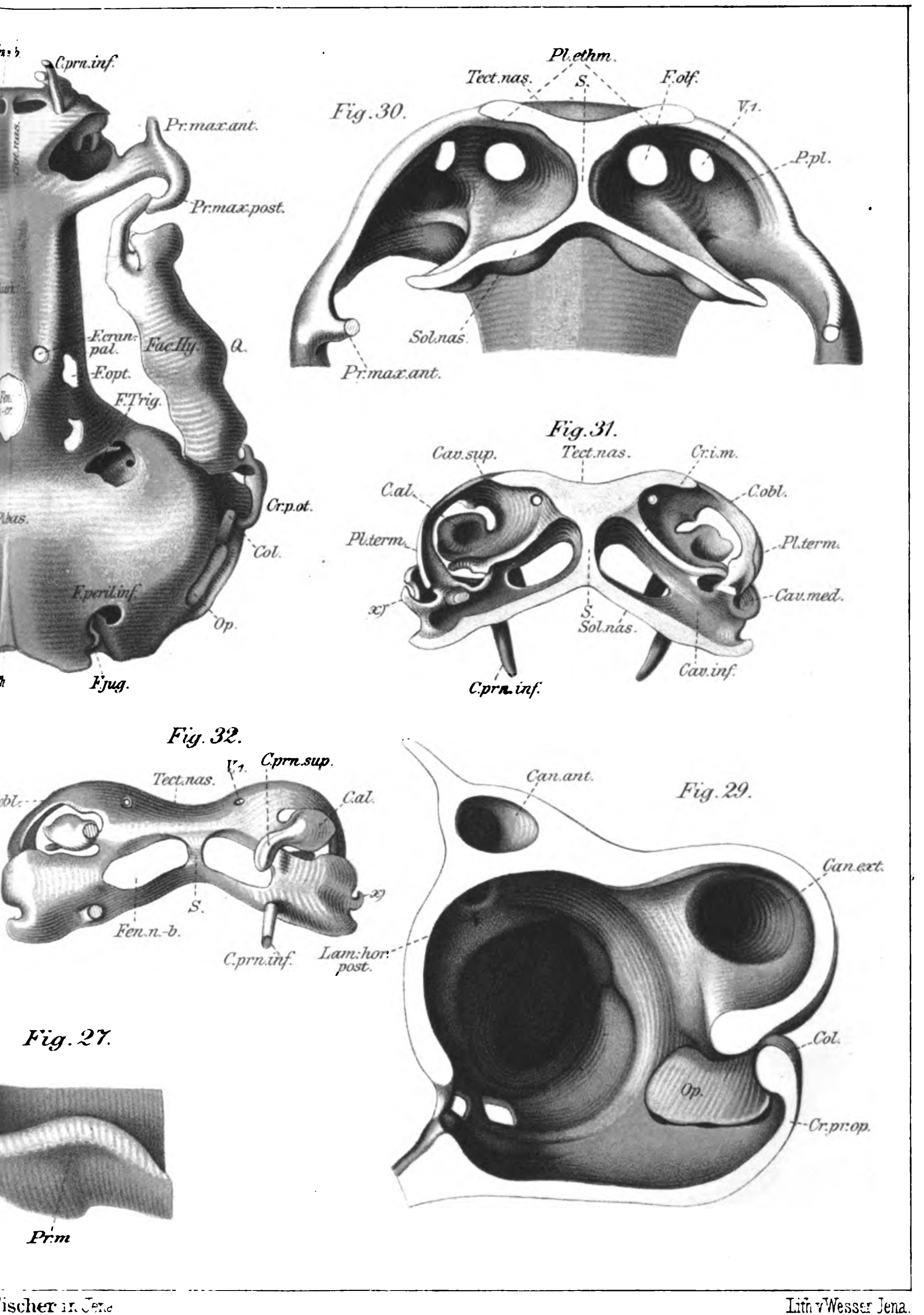
ischer in Jena Lith v. Wesser, Jena


Fig. 12.
C.lab.sup.
Co.tr.
C.M.
P.art.
Pr.q.-ethm.
Pr.m.
Fen.ethm.
Col. ethm.
F.olf.
F.cran.pal.
F.oclm.
Com.b.-cr. ant.
Fen.b.-cr.
F.car. prim.
Q.
R.c.o.
Pr.ot.
Can.ant.
Can.ext.
Sin.sup.
Tect.synot.
Can.post.
Cr.occ.lat.
Fig. 13.
Cop.
C.lab.sup.
C.lab.
Fac.Hy.
Pr.q. ethm.
L.q. eth.
F.car. prim.
IX,2.
IX,1(co).
Ggl.IX.
Pl.bas.
Fig. 14.
Tect.synot.
Cr.occ.lat.
Arc.occ.
F.jug.
Ch.
F.ov.sec.
Cu.p.
F.peril.inf.
Arc.vert.I.
Fig. 20.
Cond.occ.
vert.I.
vert.II.
vert.III.
hinten
Ch.


Fig. 23
Cobl.
V.1.
S.
Gl.nas.inf.
Co.tr.
O.m.
Pr.max.ant.
Lam.sup.
Cal.
Cobl.
F.olf.
C.prn.sup.
C.prn.inf.
Fig. 22.
S.
Pr.ot.
Fov.sec.
V.1.
F.peril.inf.
F.peril.acc.
Pr.a.o.
Pr.max.ant.
Lam.sup.
Co.tr.
Pr.q.-ethm.
Co.tr.
Com.q.-cr.ant.
Taen.tect.marg.
Taen.tect.transv.
Fig. 24.
IV.
P.
pl.
Cobl.
III.
II.
Com.q.-cran.ant.
Fen.suboc.
Pr.max.ant.
a.
a.
b.
Pr.m.
Pr.max.post.
Pr.q.-ethm.
Fig. 21.
Can.ext.
Col.
vorn.
Op.
Part.

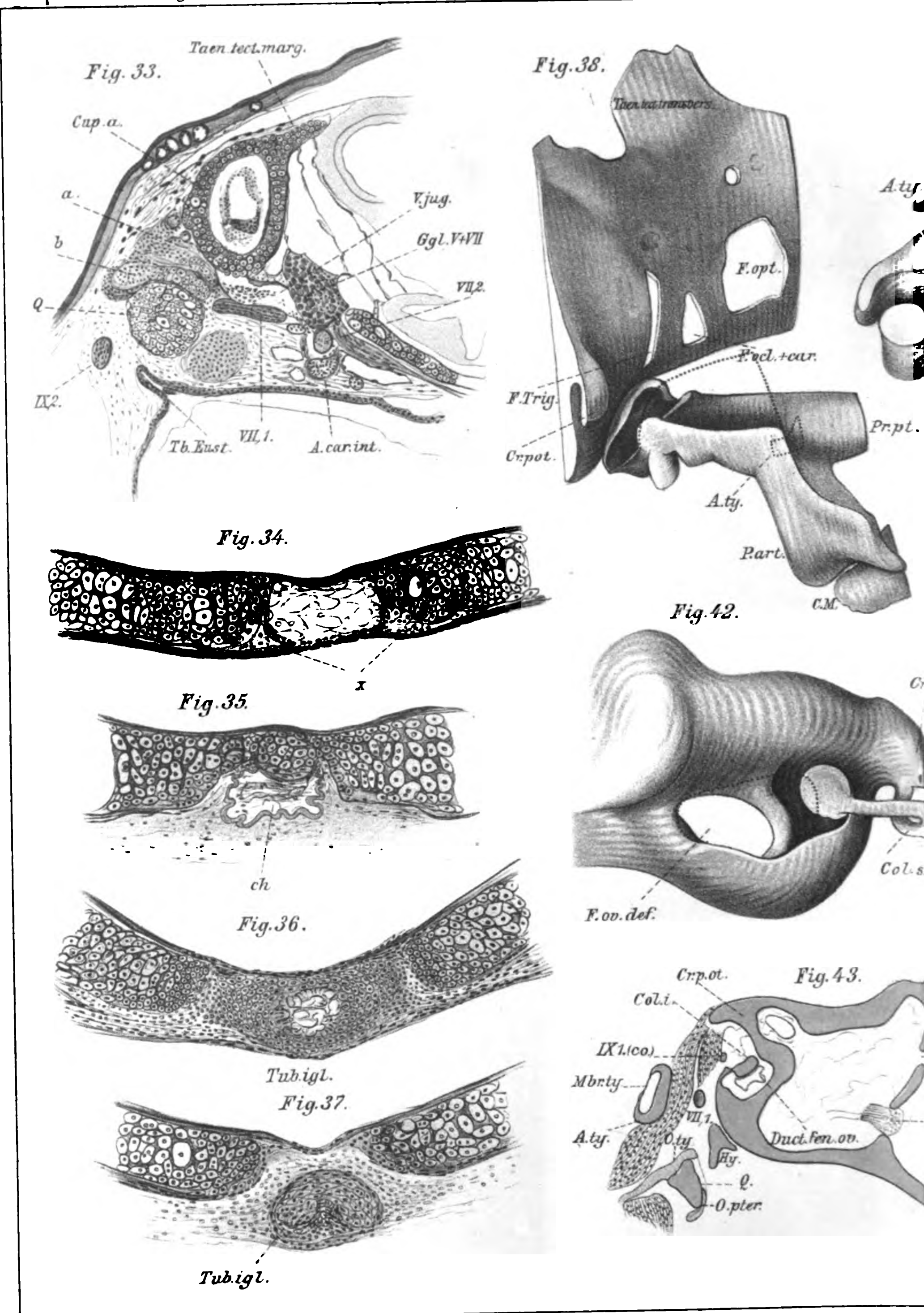


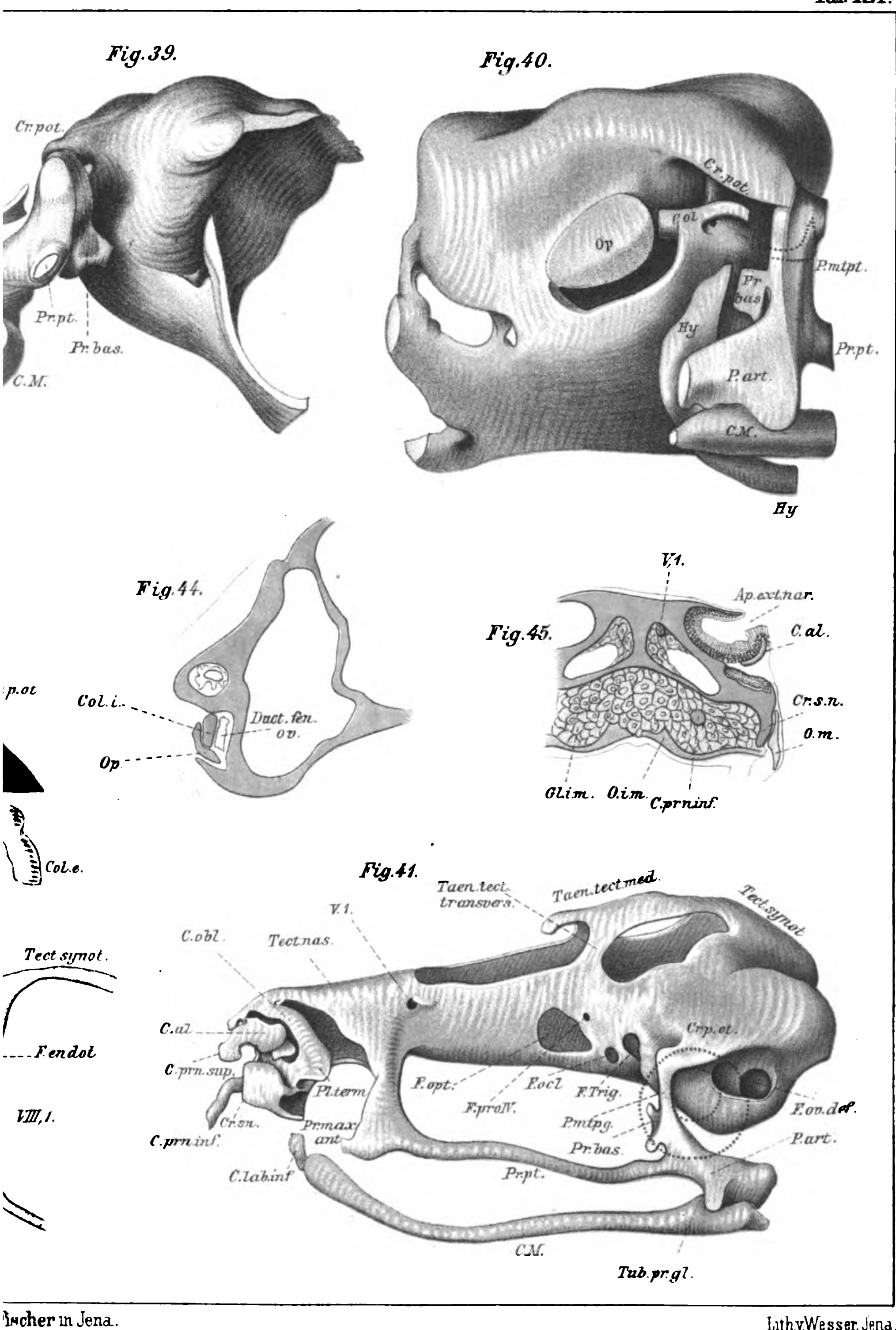
Verlag v. Gustav



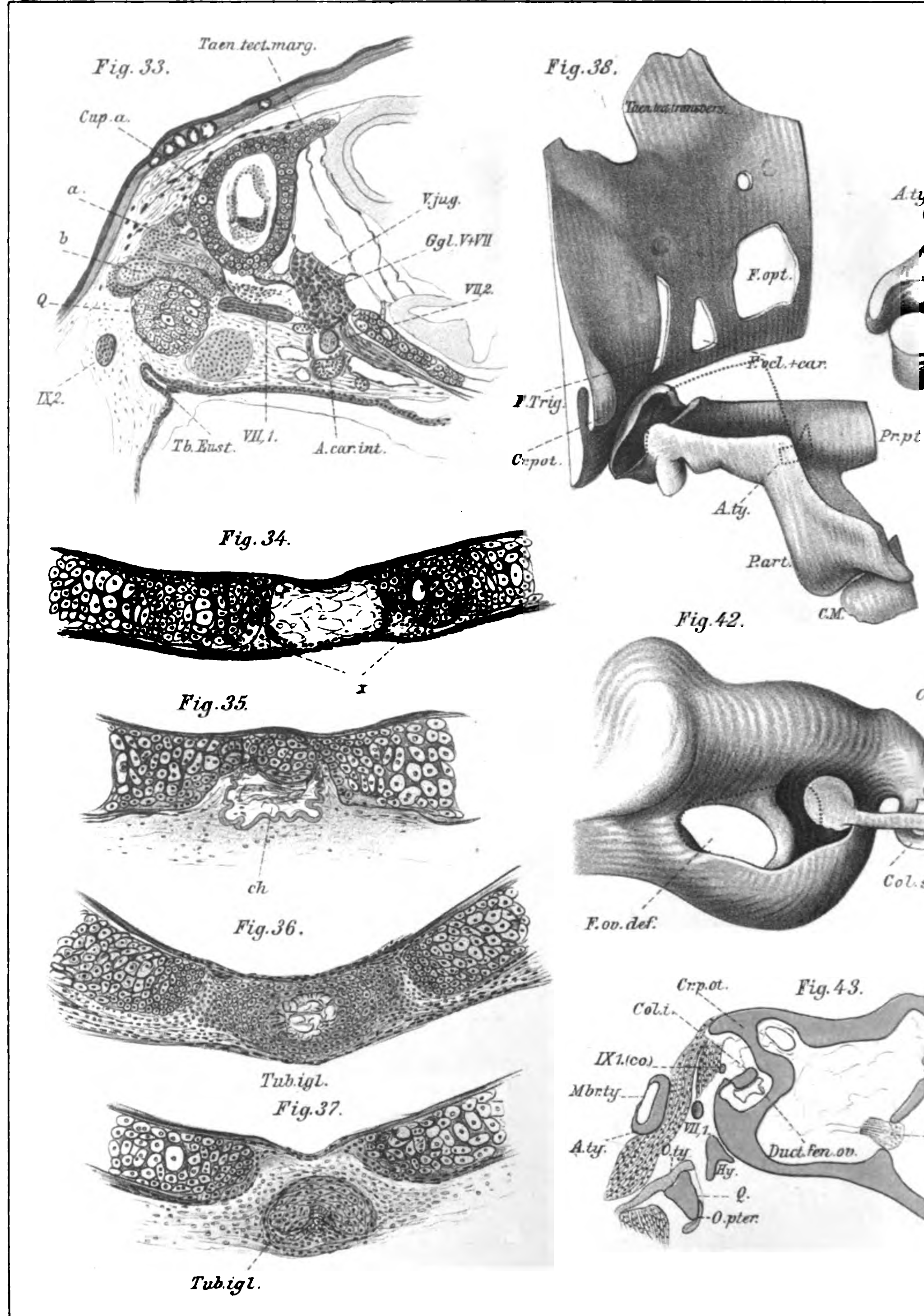
ischer in Jena

Lith v Wesser Jena.


Fig. 33.
Taen. tect. marg.
Cap. a.
a.
b
Q
IX2.
V. jug.
Ggl. V+VII
VII 2.
Tb. Eust.
VII 1.
A. car. int.
Fig. 38.
Taen. tect. transvers.
F. opt.
F. ocl.+car.
F. Trig.
Cr. pot.
A. ty.
Pr. pt.
P. art.
C.M.
Fig. 34.
x
Fig. 35.
ch
Fig. 36.
Tub. igl.
Fig. 37.
Tub. igl.
Fig. 42.
F. ov. def.
Fig. 43.
Cr. p. ot.
Col. i.
IX 1. (co.)
Mbr. ty.
A. ty.
VII 1.
O. ty.
Duct. fen. ov.
Hy.
Q.
O. pter.

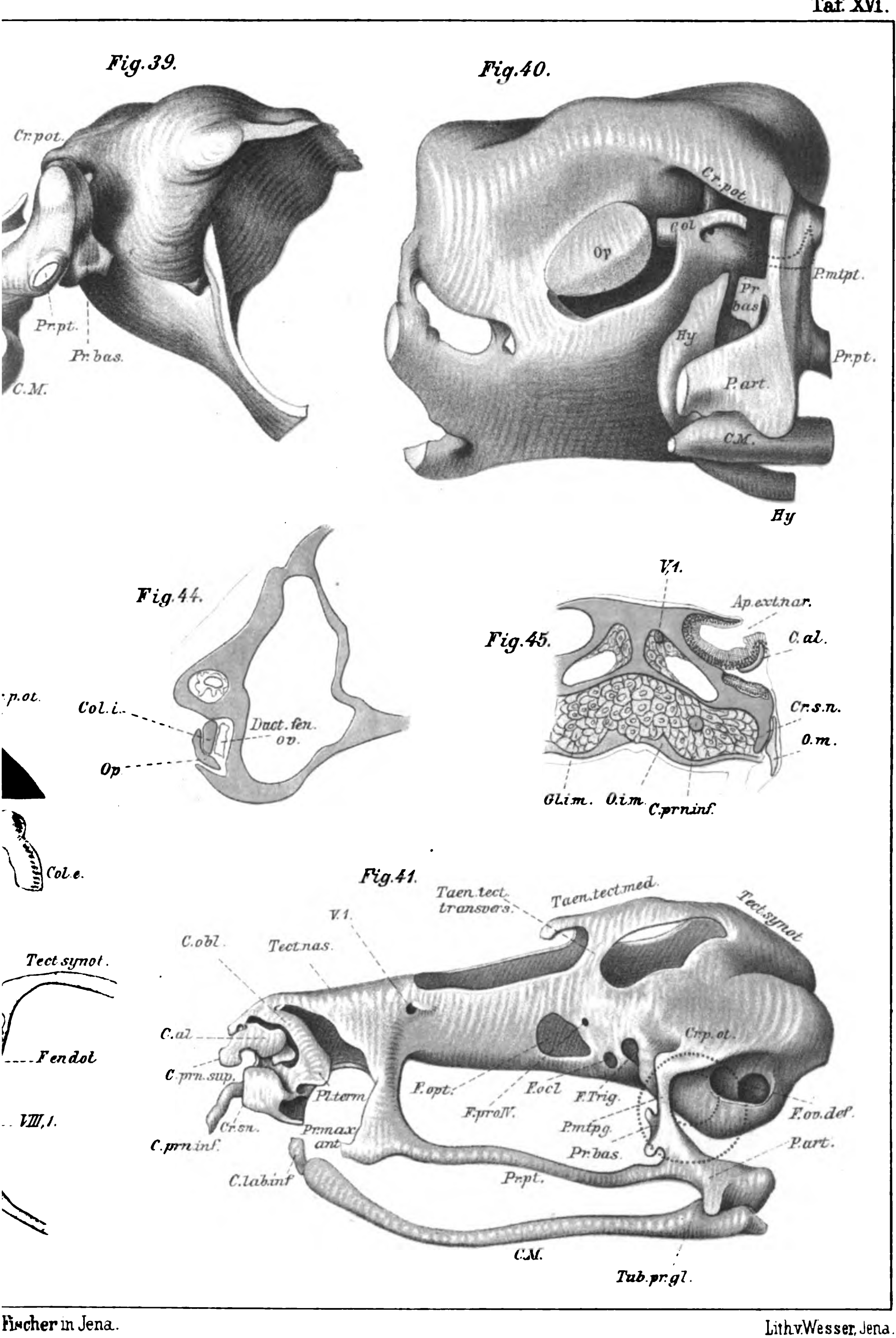


...scher in Jena. Lith. v. Wesser, Jena.



O.Loch, del.

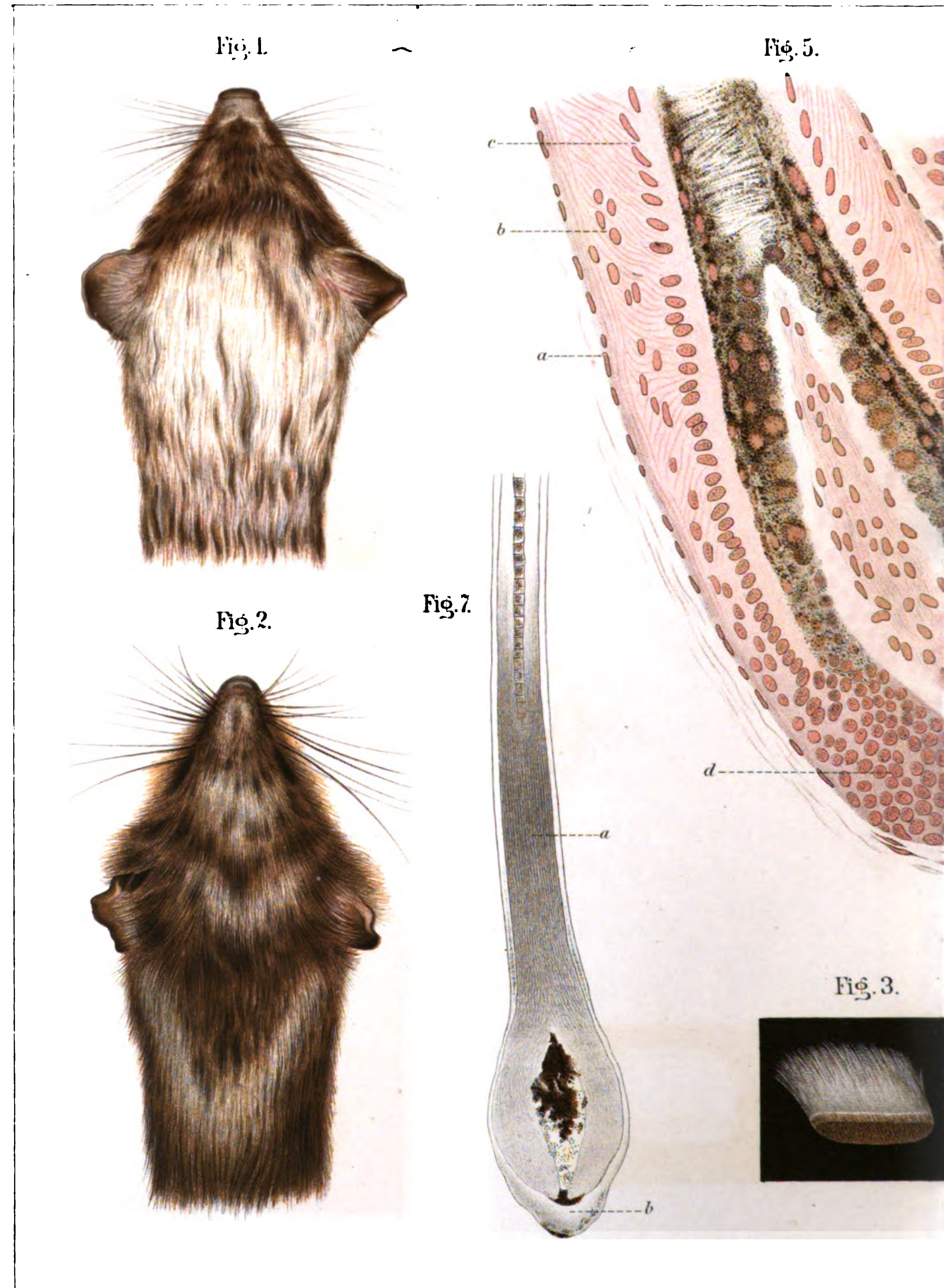
Verlag v. Gustav



Fischer in Jena.

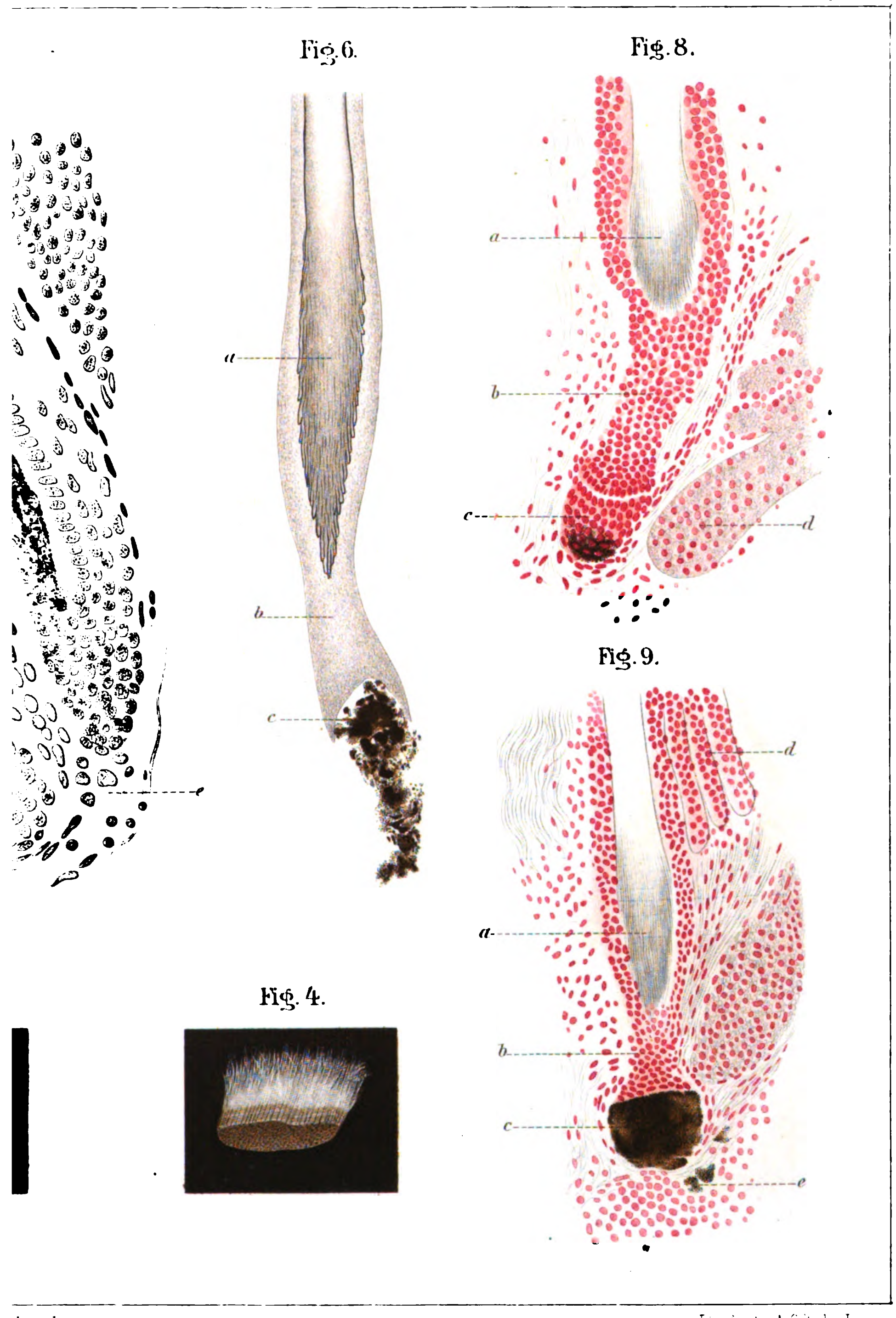
Lith. v. Wesser, Jena.

17

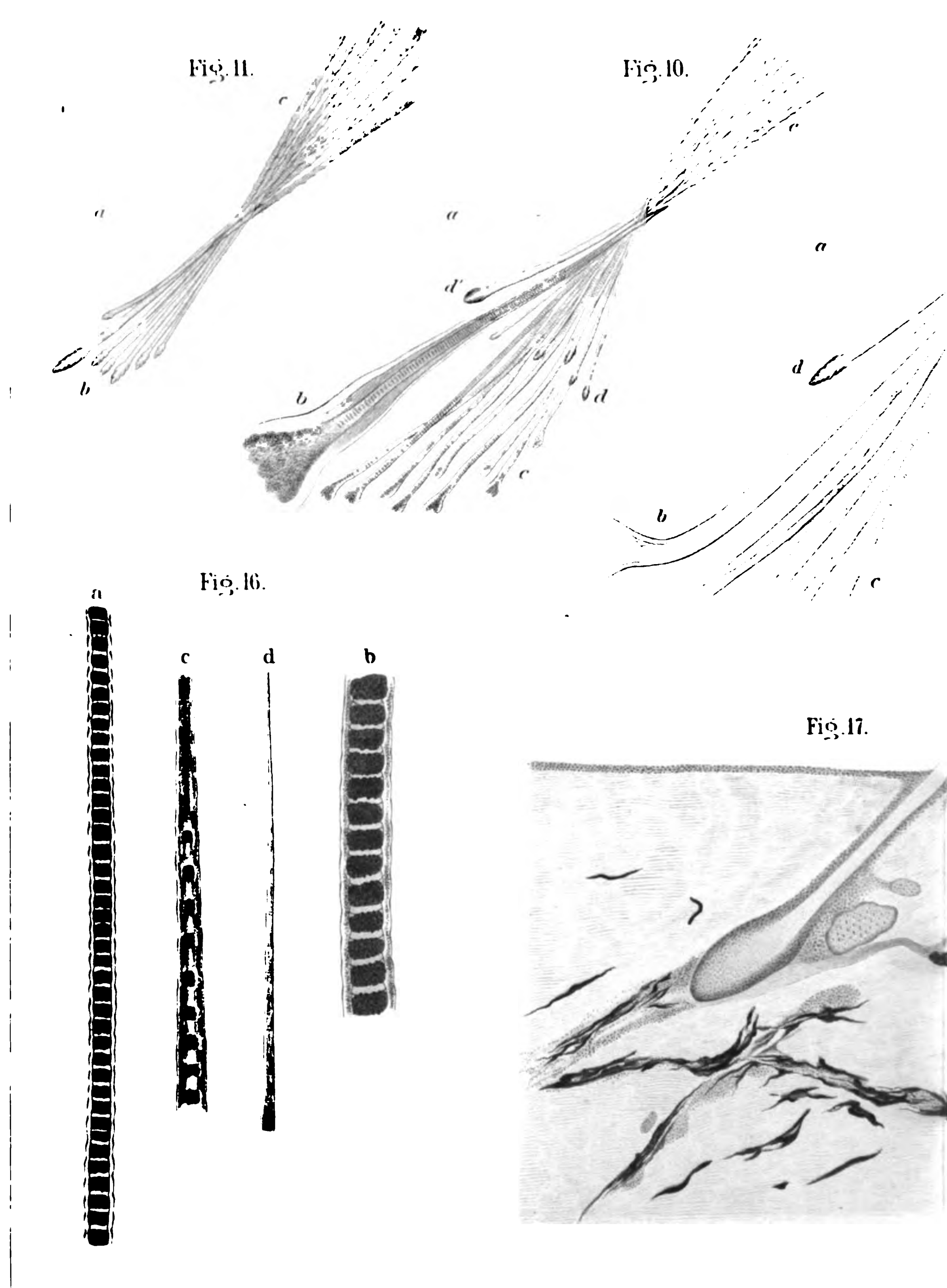


E. Kretz del.

Gustav Fi



cher, Jena.
Lith. Anst. v. A. Giltsch, Jena


Fig. 11.
Fig. 10.
Fig. 16.
Fig. 17.
a
b
c
d

Taf. XVIII.

Fig. 12.

e

Fig. 14.

Fig. 15.

c

b

a

f

Fig. 13.

a b c d e

Fig. 11.

c a b

Fig. 10.

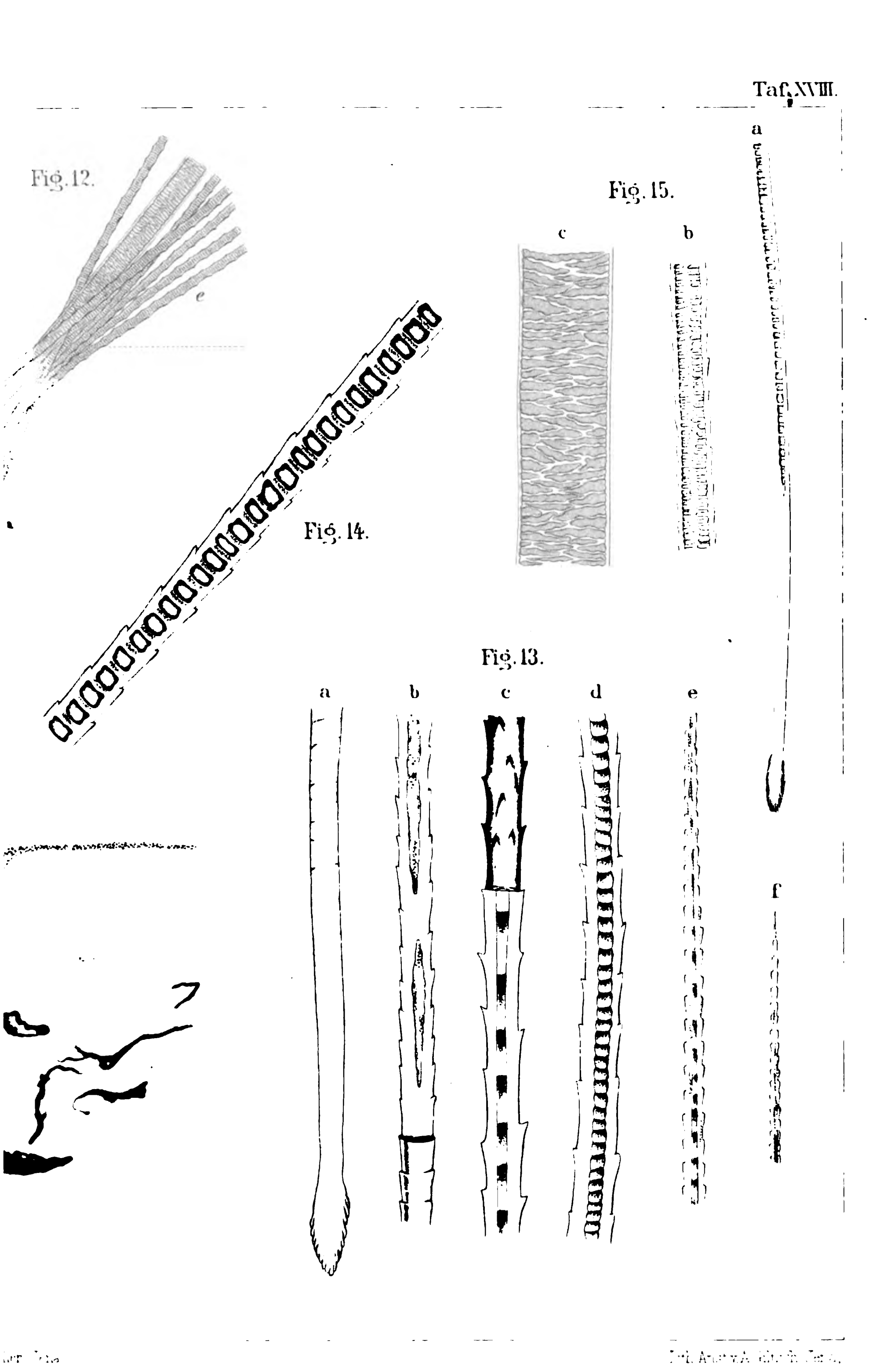
c a d' b d c a d b c

Fig. 16.

a c d b

Fig. 17.

Taf. XVIII.



19

Fig. 19.

Fig. 24.

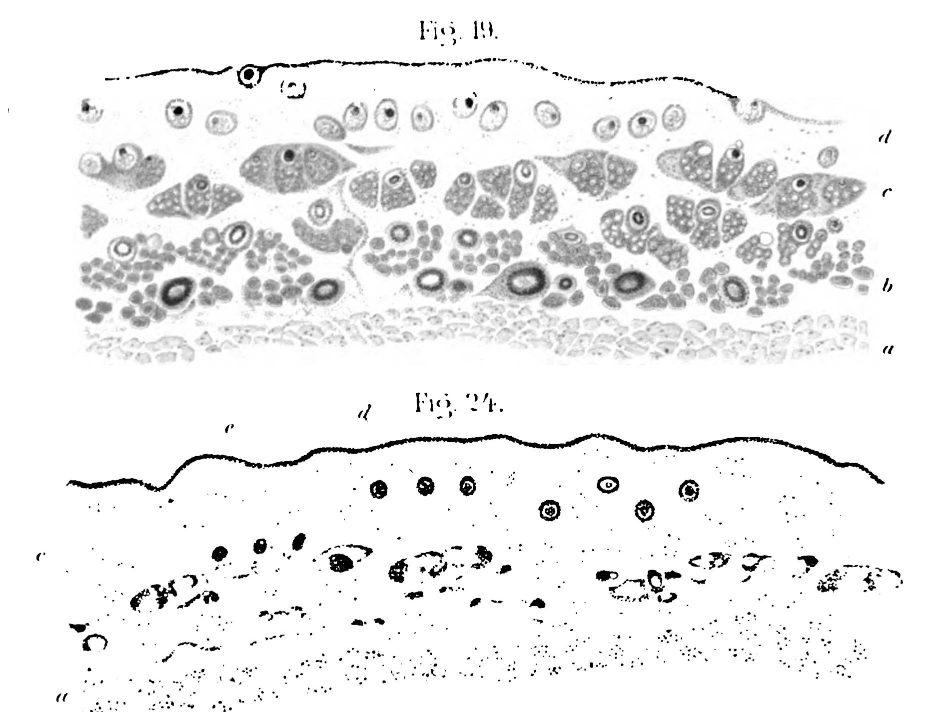
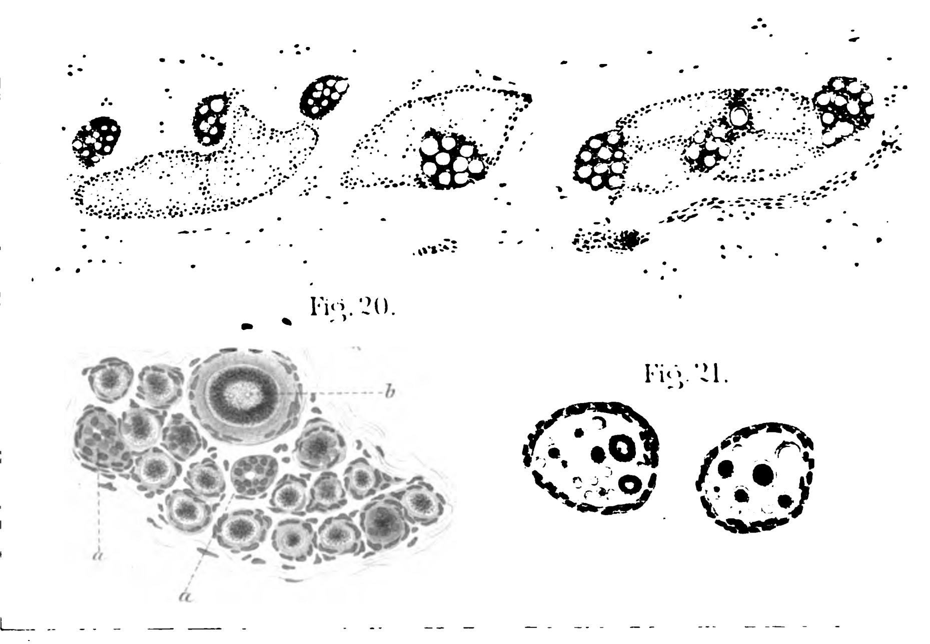
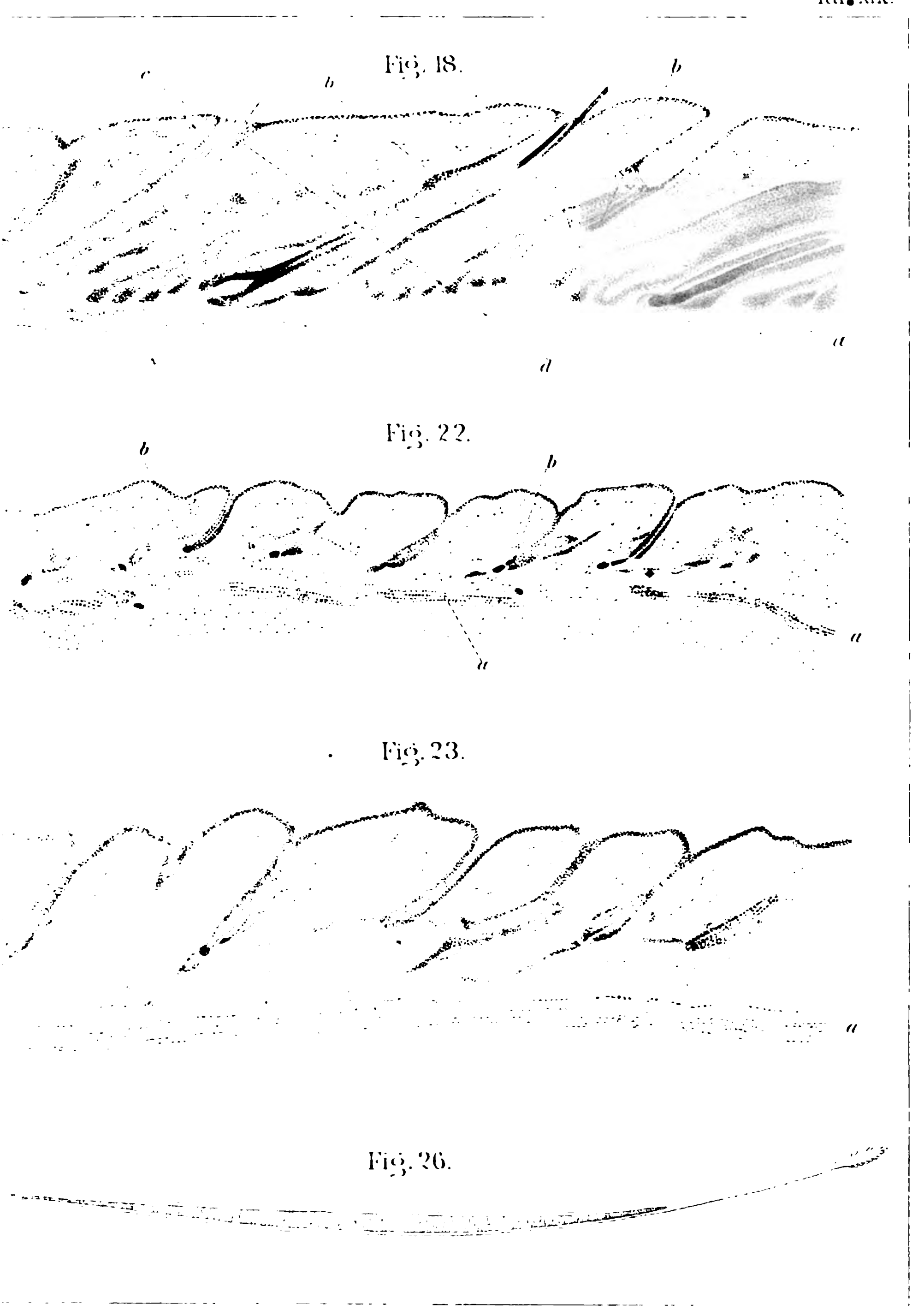


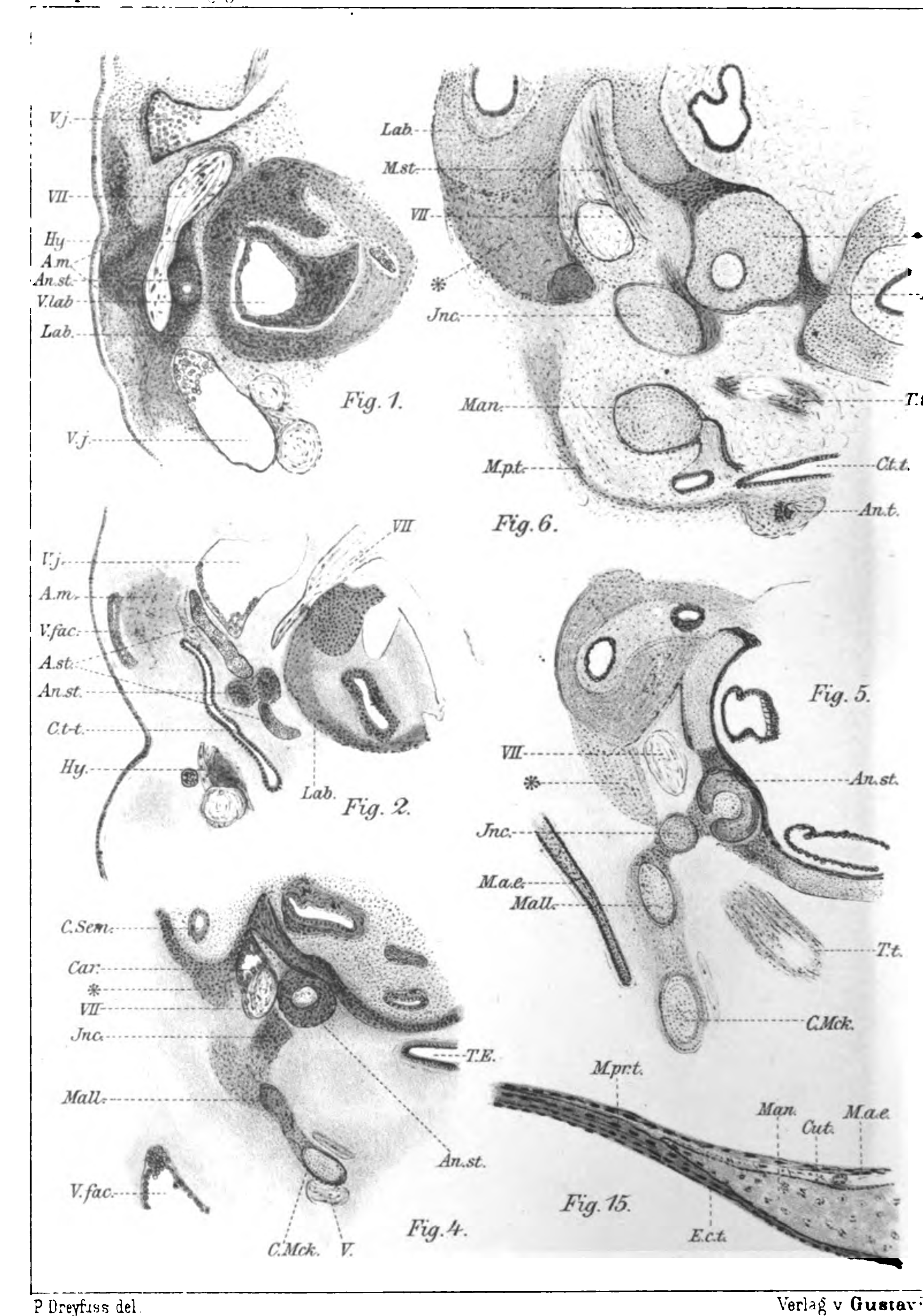
Fig. 25.

Fig. 20.

Fig. 21.

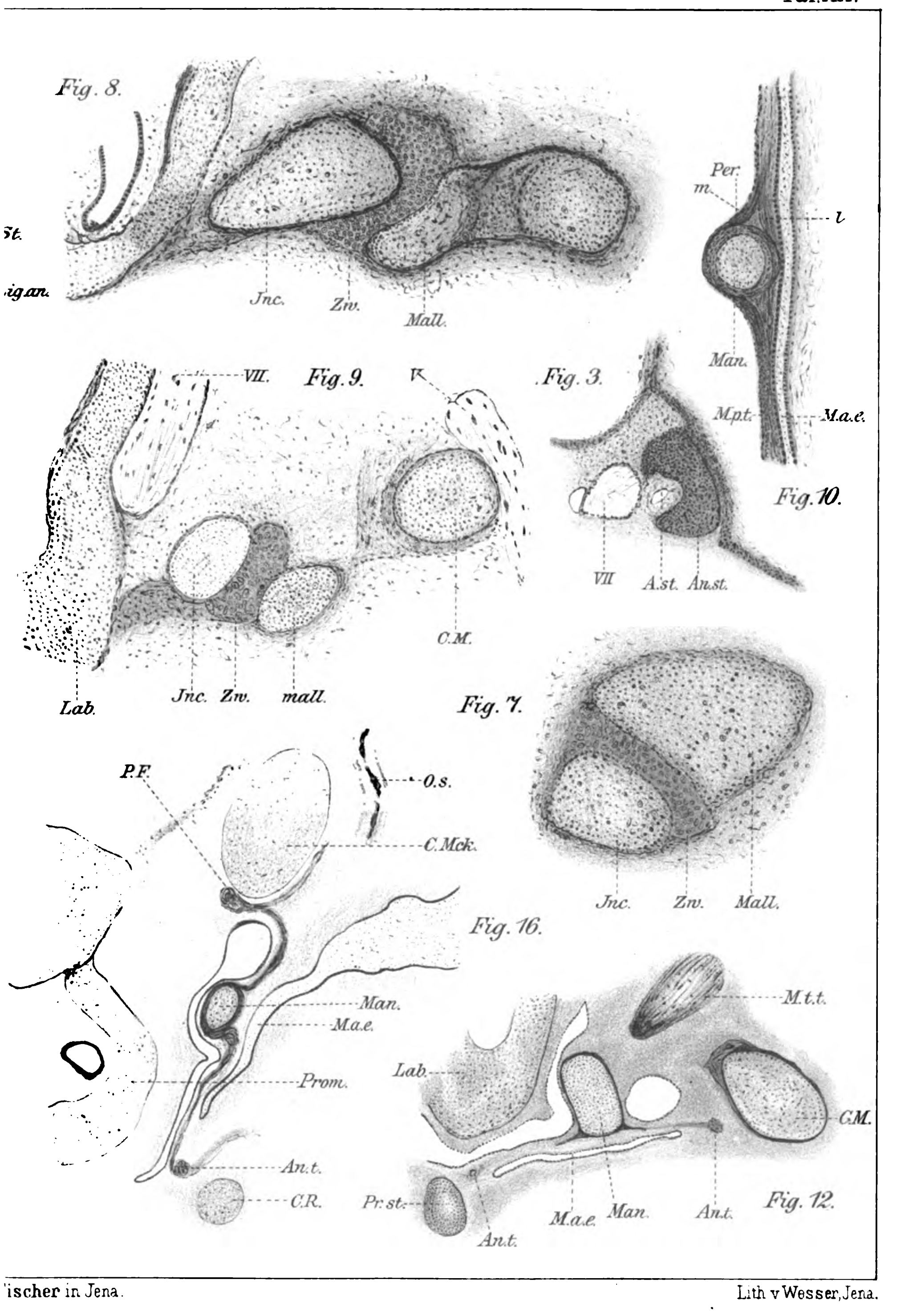



Fig. 18.
c
b
b
a
d
Fig. 22.
b
b
a
a
Fig. 23.
a
Fig. 26.

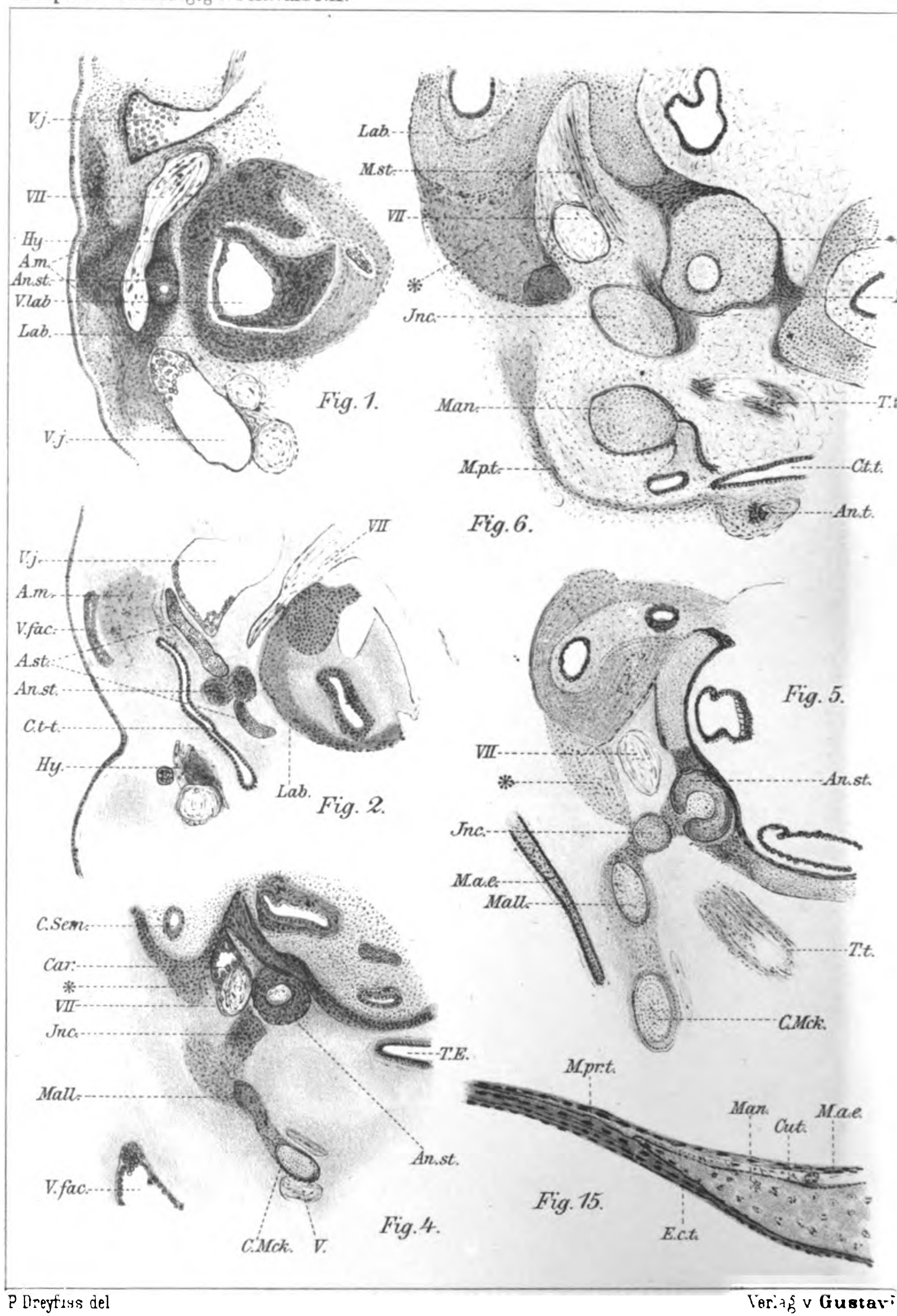


P. Dreyfuss del.

Verlag v. Gustav

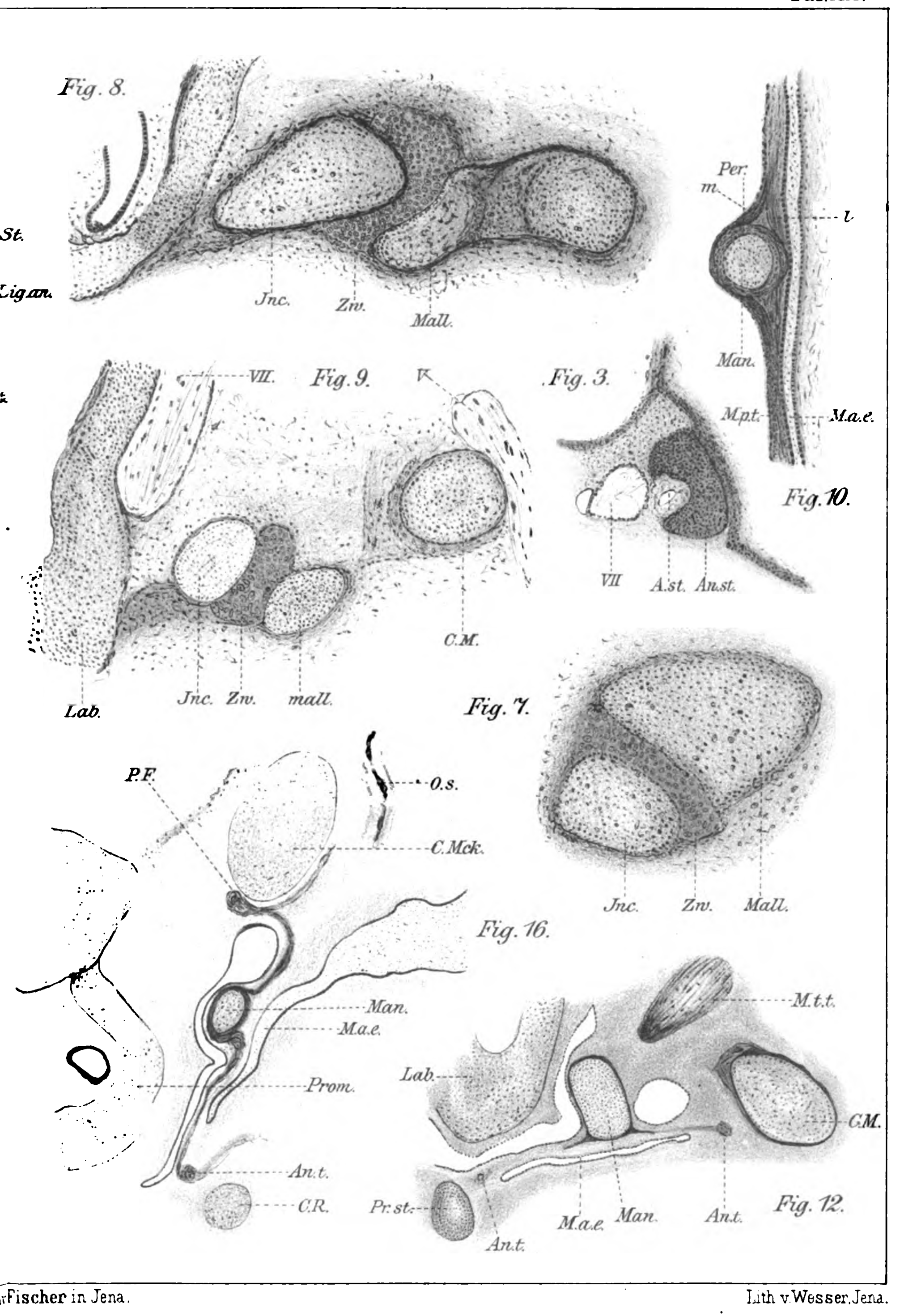


'ischer in Jena. Lith v Wesser, Jena.



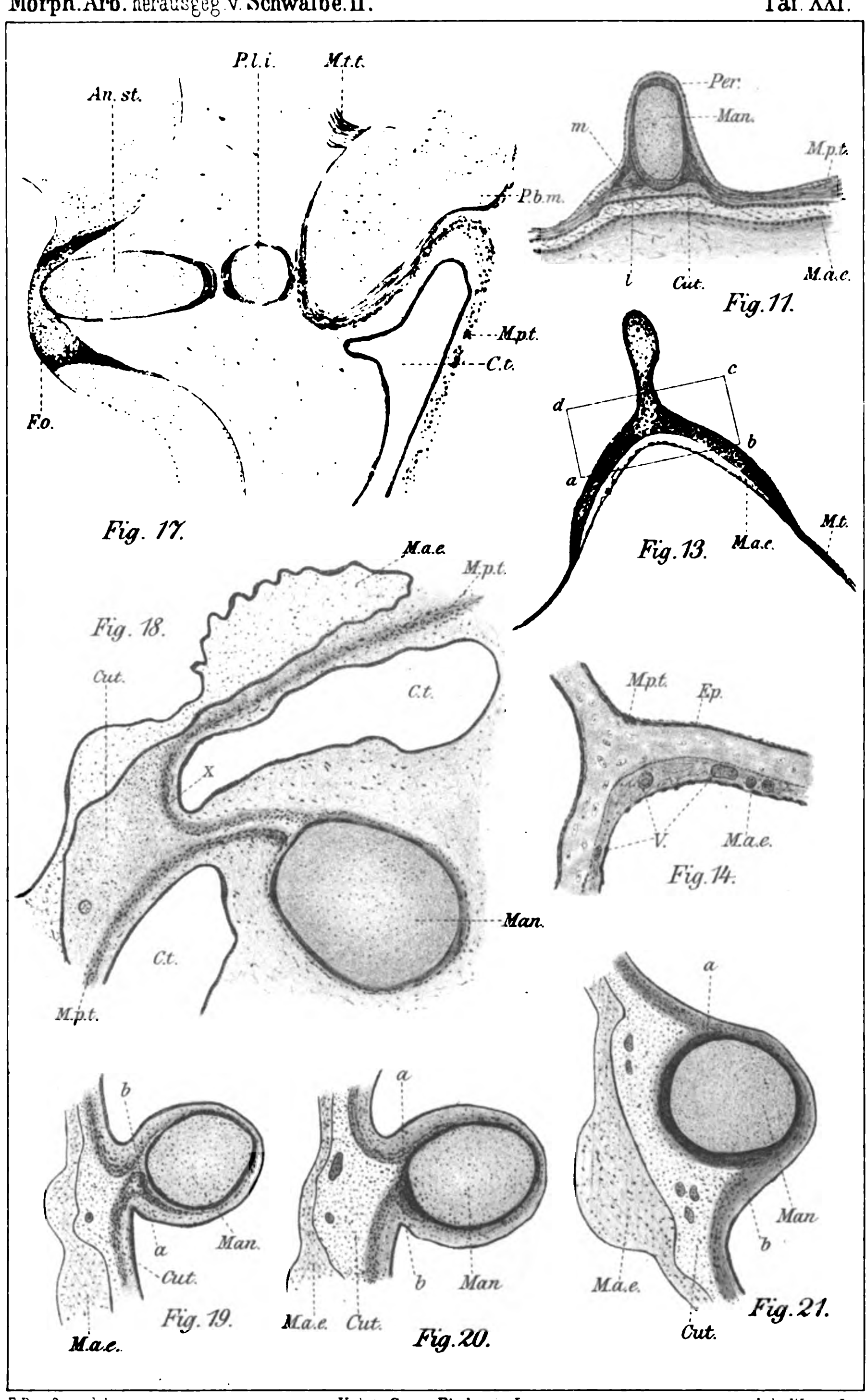
P. Dreyfuss del.

Verlag v. Gustav



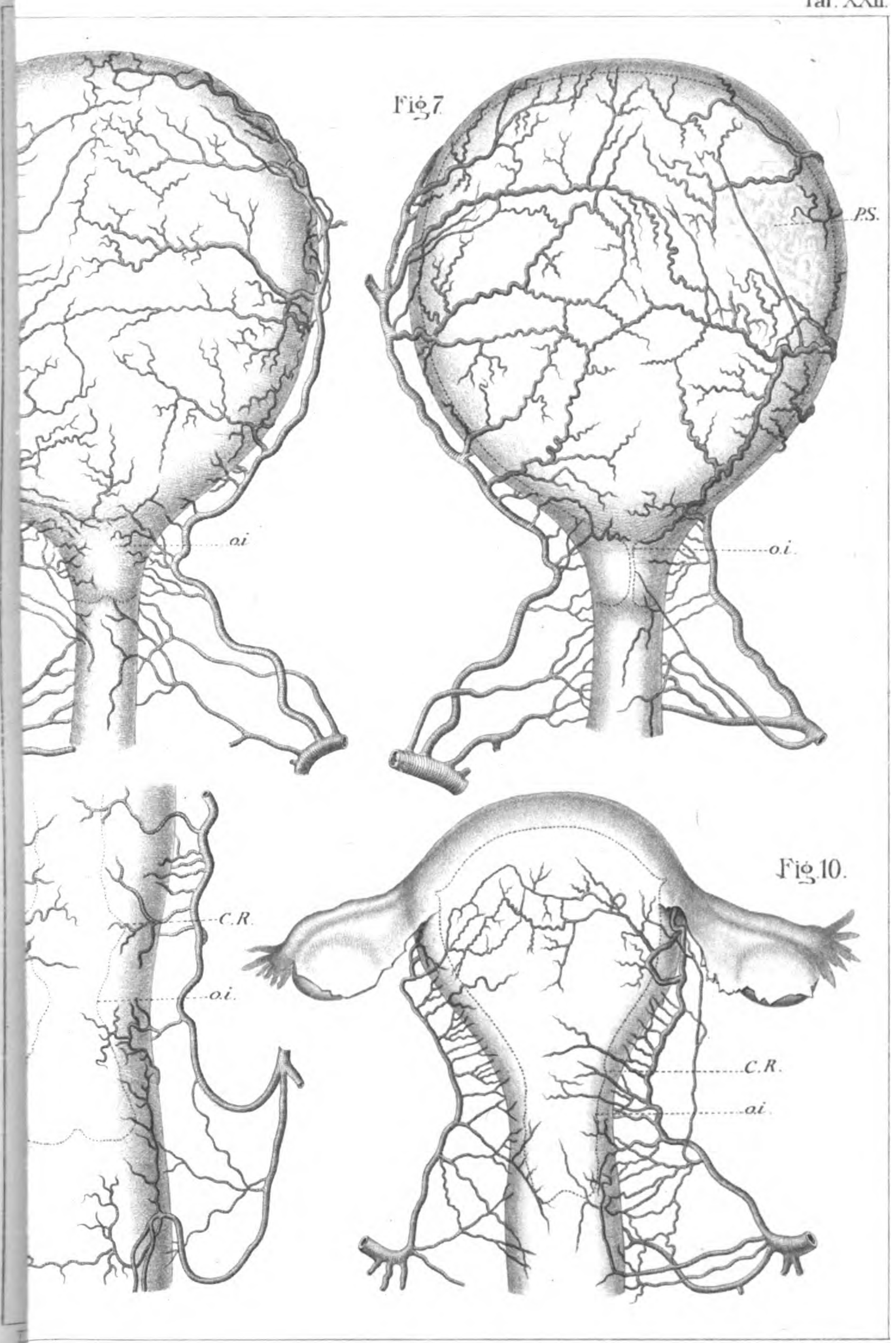
Fischer in Jena.

Lith v. Wesser, Jena.



R. Dreyfuss del. Verlag v. Gustav Fischer in Jena. Lith. v. Wesser, Jena.

Taf. XXII.



Lith Anst v. A Giltsch, Jena.

Morphologische Arbeiten.

Herausgegeben

von

Dr. Gustav Schwalbe,
o. ö. Professor der Anatomie und Director des anatomischen Instituts
an der Universität zu Strassburg i. Els.

ZWEITER BAND.

Erstes Heft.

Inhalt: **Aschoff,** Beitrag zur Entwicklungsgeschichte der Arterien beim menschlichen Embryo. — **Moser,** Ueber das Ligamentum teres des Hüftgelenks. — **Pfitzner,** Beiträge zur Kenntniss des menschlichen Extremitätenskelets. V.: Anthropologische Beziehungen der Hand- und Fussmaasse.

Mit 12 Tafeln.

Jena,
Verlag von Gustav Fischer.
1892.

Die

Morphologischen Arbeiten,

herausgegeben von

Dr. Gustav Schwalbe,

o. ö. Professor der Anatomie und Director des anatomischen Instituts an der Universität zu Strassburg i. Els.,

erscheinen in zwanglosen Heften, deren jedes einzeln käuflich ist. Obwohl zunächst dazu bestimmt, den Arbeiten aus dem anatomischen Institut zu Strassburg jederzeit schnelle Aufnahme zu gewähren, beschränkt sich das neue Unternehmen doch nicht hierauf. Es werden vielmehr auch Beiträge anderer Forscher, und zwar Beiträge aus dem gesammten Gebiete der Allgemeinen Anatomie und Entwicklungsgeschichte sowie der Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Wirbelthiere und des Menschen sehr willkommen sein.

Die Herren Mitarbeiter erhalten 40 Abdrücke ihrer Arbeiten unentgeltlich. Exemplare, welche dieselben ausserdem noch wünschen sollten, werden ihnen zum Herstellungspreise geliefert.

Inhalt des ersten Bandes.

Erstes Heft.

Mit 7 Tafeln. — Preis 8 Mark.

Inhalt: Pfitzner, W., Beiträge zur Kenntniss des menschlichen Extremitätenskelets. Erste Abtheilung. I. Einleitung. Allgemeines. Methoden. II. Maassverhältnisse des Handskelets. III. Maassverhältnisse des Fussskelets.

Zweites Heft.

Mit 9 Tafeln. — Preis 13 Mark.

Inhalt: Sieveking, H., Beiträge zur Kenntniss des Wachsthums und der Regeneration des Knorpels nach Beobachtungen am Kaninchen- und Mäuseohr. — García, S. Adeodato, Beiträge zur Kenntniss des Haarwechsels bei menschlichen Embryonen und Neugeborenen. — Bethe, Martin, Beiträge zur Kenntniss der Zahl- und Maassverhältnisse der rothen Blutkörperchen. — Jahn, Paul, Beiträge zur Kenntniss der histologischen Vorgänge bei der Wachsthumsbehinderung der Röhrenknochen durch Verletzungen des Intermediärknorpels. — Moser, E., Beitrag zur Kenntniss der Entwicklung der Knieschleimbeutel beim Menschen. — Scholl, A., Ueber rätische und einige andere alpine Schädelformen.

Drittes Heft.

Mit 8 Tafeln. — Preis: 11 Mark.

Inhalt: Mehnert, Ernst, Gastrulation und Keimblätterbildung der Emys lutaria taurica. — Köppen, M., Beiträge zur vergleichenden Anatomie des Centralnervensystems der Wirbelthiere. Zur Anatomie des Eidechsengehirns.

Viertes Heft.

Mit 2 Tafeln. — Preis: 12 Mark.

Inhalt: Pfitzner, W., Beiträge zur Kenntniss des menschlichen Extremitätenskelets. II. Abtheilung.

Morphologische Arbeiten.

Herausgegeben

von

Dr. Gustav Schwalbe,

o. ö. Professor der Anatomie und Director des anatomischen Instituts
an der Universität zu Strassburg i/Els.

ZWEITER BAND.

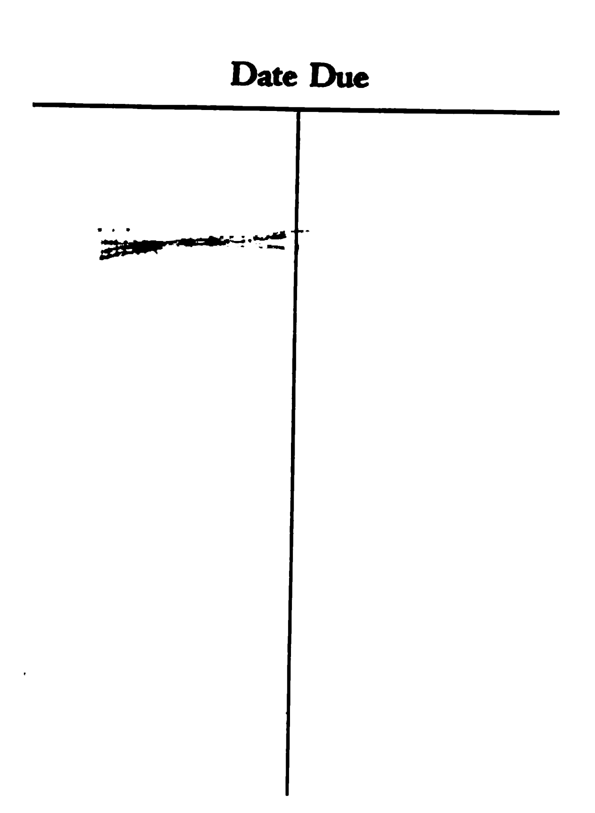
Zweites Heft.

Inhalt: **E. Rebentisch,** Der Weiberschädel. — **Dr. E. Gaupp,** Beiträge zur Morphologie des Schädels. I.: Primordial-Cranium und Kieferbogen von Rana fusca.

Mit 4 Tafeln und 2 Textabbildungen.

Jena,
Verlag von Gustav Fischer.
1892.




Date Due

